

CUADERNO 1

ELECCIÓN DE LA CIFRA DE MÉRITO Y
DEFINICIÓN DE ALTERNATIVA. SELECCIÓN DE
LA MÁS FAVORABLE

BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³



Proyecto nº 13-510

Grado en Arquitectura Naval

Gabriel Pérez López



ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

PROYECTO FIN DE GRADO

CURSO 2.013-2.014

PROYECTO NÚMERO 13-510

TIPO DE BUQUE: BUQUE DE CARGA FRIGORÍFICO

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS.
SOLAS. MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Capacidad de carga de 400.000 FT3. Carga Refrigerada y carga congelada 54 TEUS SOBRE CUBIERTA PARA CARGA CONGELADA

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 17 nudos al calado de trazado con el motor al 85 % MCR y 15% de margen de mar. Autonomía 6.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Dos grúas géminis de 8T a 15 metros para pallets y carga refrigerada.

PROPULSIÓN: Motor/es diésel acoplado/s a una/s línea/s de ejes.

TRIPULACIÓN: 12 Personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Hélice en proa.

Ferrol, Septiembre de 2.013

ALUMNO: D. GABRIEL PEREZ LOPEZ

Contenido

1.	Introducción	3
2.	Dimensiones principales	3
2.1.	Según fórmulas del libro “El Proyecto Básico del Buque Mercante”	3
2.2.	Según fórmulas del libro “Practical Ship Design”	4
2.3.	Regresiones a partir de la base de datos	7
3.	Selección de los buques alternativa	16
3.1.	Peso muerto	17
3.2.	Peso en rosca.....	17
3.2.1.	Peso de aceros.....	17
3.2.2.	Peso de equipos y habilitación	18
3.2.3.	Peso de la maquinaria	18
4.	Cifra de mérito	19
4.1.	Coste de los materiales a granel	19
4.2.	Coste de los equipos del buque	20
4.2.1.	Coste del equipo de manipulación de la carga (CEc)	20
4.2.2.	Coste del equipo de maquinaria propulsora y sus auxiliares (CEp)	20
4.2.3.	Coste de la habilitación (CHf)	21
4.2.4.	Coste del equipo restante (CEr)	21
4.3.	Coste de la mano de obra	21
4.4.	Otros costes del astillero.....	22
4.5.	Coste total de construcción.....	22
4.6.	Buques alternativa y cifra de mérito.....	22
5.	Estudio preliminar de pesos.....	25
5.1.	Peso en rosca.....	25
5.1.1.	Peso de aceros.....	25
5.1.2.	Peso de equipos y habilitación	25
5.1.3.	Peso del motor propulsor.....	25
5.1.4.	Peso de la maquinaria propulsora	26
5.1.5.	Elementos de la cámara de máquinas	26
5.1.6.	Línea de eje fuera de cámara de máquinas	26
5.1.7.	Resumen del peso en rosca.....	27
5.2.	Peso muerto	27
5.2.1.	Carga útil	27
5.2.2.	Contenedores sobre cubierta.....	27

5.2.3.	Consumos	27
5.2.4.	Tripulación.....	29
5.2.5.	Pertrechos, respetos y estachas.....	29
5.2.6.	Resumen del peso muerto	29
6.	Cálculos finales.....	30
	Bibliografía	32
	Anexo I – Buque base “Salica Frigo”	33
	Anexo II. Predicción de potencia preliminar	36
	Anexo III – Cálculo preliminar del francobordo	40
	Anexo IV – Disposición general	45
	Anexo V - Base de datos de buques	50

1. Introducción

Los RPA del buque frigorífico a proyectar son los siguientes:

- 400.000 ft³ de capacidad de carga.
- 54 TEU sobre cubierta para carga congelada.
- 17 nudos al calado de trazado con el motor al 85% MCR y 15% de margen de mar.
- Autonomía de 6.000 millas a la velocidad de servicio.

2. Dimensiones principales

Las dimensiones principales se obtendrán mediante correlaciones expuestas en la literatura y mediante una base de datos propia.

2.1. Según fórmulas del libro “El Proyecto Básico del Buque Mercante”

Para capacidades de bodegas entre 150.000 ft³ y 750.000 ft³, se proponen las siguientes correlaciones:

$$L_{pp} = 52,7 + 0,25 * VCAR - 1,56 * 10^{-4} * VCAR^2$$

$$B = 12,36 + 0,027 * VCAR - 1,33 * 10^{-5} * VCAR^2$$

$$D = 9 + 0,009 * VCAR - \frac{234,4}{VCAR}$$

$$T = \exp[0,444 * \ln(VCAR) - 7,07 * 10^{-4} * VCAR - 0,19]$$

Donde VCAR hace referencia a la capacidad de carga en millares de pies cúbicos. Introduciendo la capacidad impuesta en los RPA (400.000 ft³), se consiguen los siguientes resultados:

- $L_{PP} = 127,740$ m.
- $B = 21,032$ m.
- $D_{Superior} = 12,014$ m.
- $T_{Francobordo} = 8,912$ m.

Utilizando el software ARQNAVAL, incluido con el libro, se consiguen los siguientes resultados para la capacidad de carga anterior:

- $L_{PP} = 128,000$ m.
- $B = 20,910$ m.

- $D_{\text{Superior}} = 12,050 \text{ m.}$
- $T_{\text{Francobordo}} = 8,910 \text{ m.}$
- $C_B = 0,57$

2.2. Según fórmulas del libro “Practical Ship Design”

En este libro se propone la siguiente expresión para obtener la eslora del buque:

$$L = \left(\frac{V_h * \left(\frac{L}{B} \right)^2 * \frac{B}{D}}{C_{bd}} \right)^{1/3}$$

Donde V_h es el volumen del casco, que se obtendrá de la Figura 1:

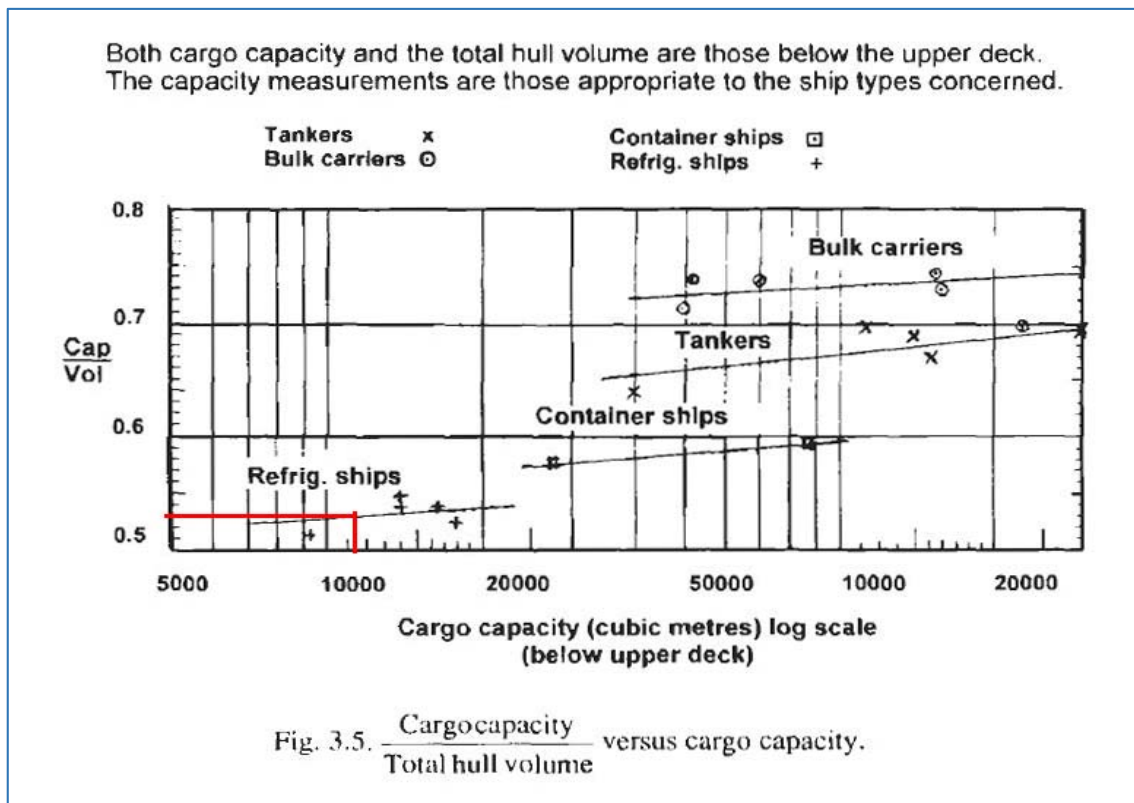


Figura 1. Capacidad de carga/Volumen de casco vs. Capacidad de carga

Entrando con un valor de 400.000 ft³ (11.327 m³) de capacidad de carga, se consigue un valor en la relación “Capacidad de carga/Volumen del casco” de 0,53. Despejando, el valor aproximado del volumen total del casco será de 21.372 m³.

Las relaciones L/B y B/D se obtienen de la Figura 2. Con las gráficas de esta figura se consiguen las relaciones:

- $L/B = 6,25$
- $B/D = 1,7$

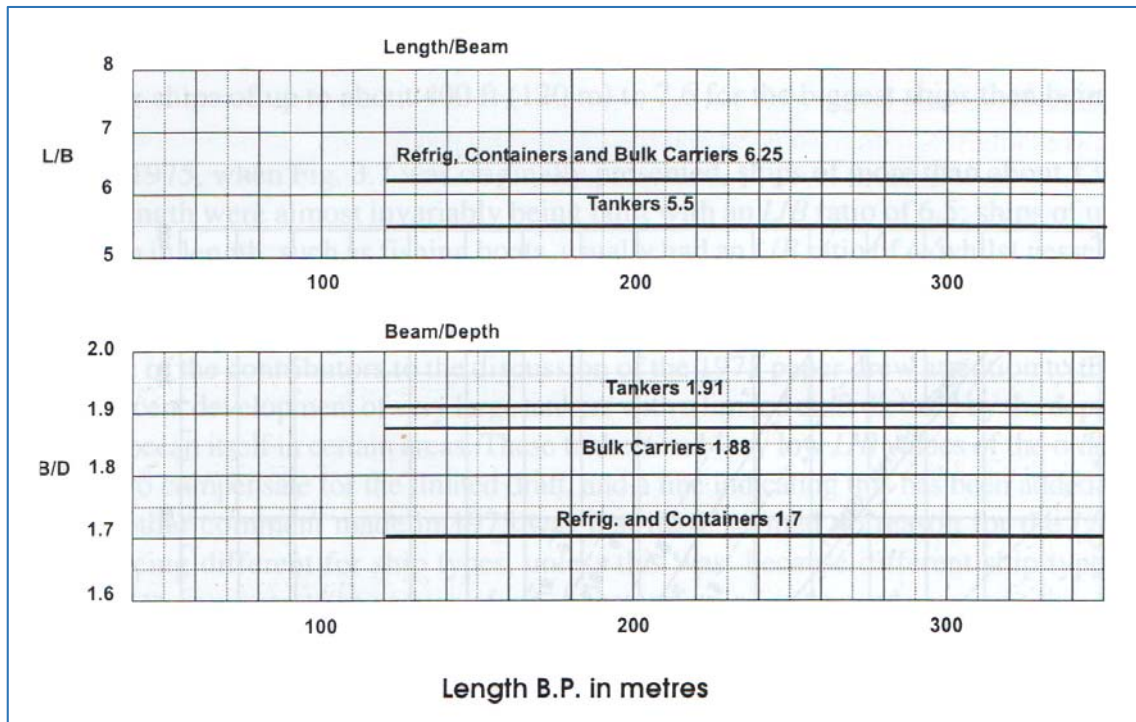


Figura 2. Relaciones L/B y B/D

Para obtener el coeficiente de bloque es necesario conocer la relación entre el peso muerto y el desplazamiento (Figura 3). Dado que en este momento todavía no se ha calculado el peso muerto del buque, se estimará un valor igual a 7.748 toneladas, correspondiente al buque referencia de este proyecto, el “Salica Frigo” (Anexo I). La relación Peso muerto/Desplazamiento obtenida es igual a 0,61.

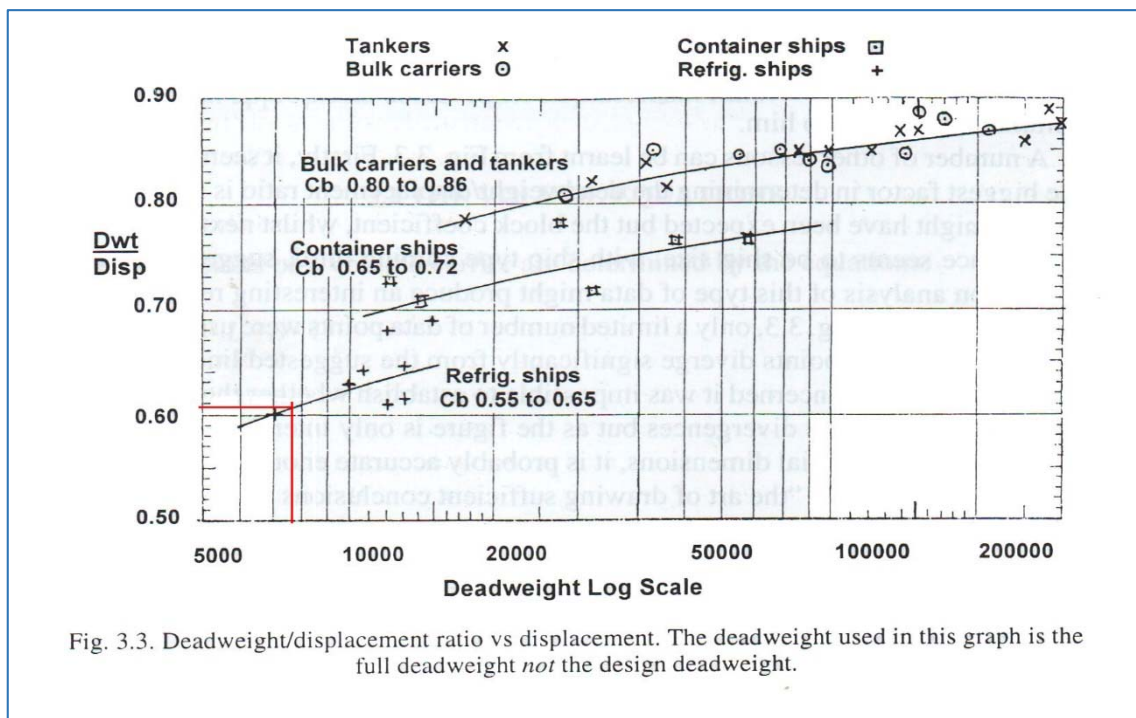


Fig. 3.3. Deadweight/displacement ratio vs displacement. The deadweight used in this graph is the full deadweight *not* the design deadweight.

Figura 3. Peso muerto vs. Peso muerto/Desplazamiento

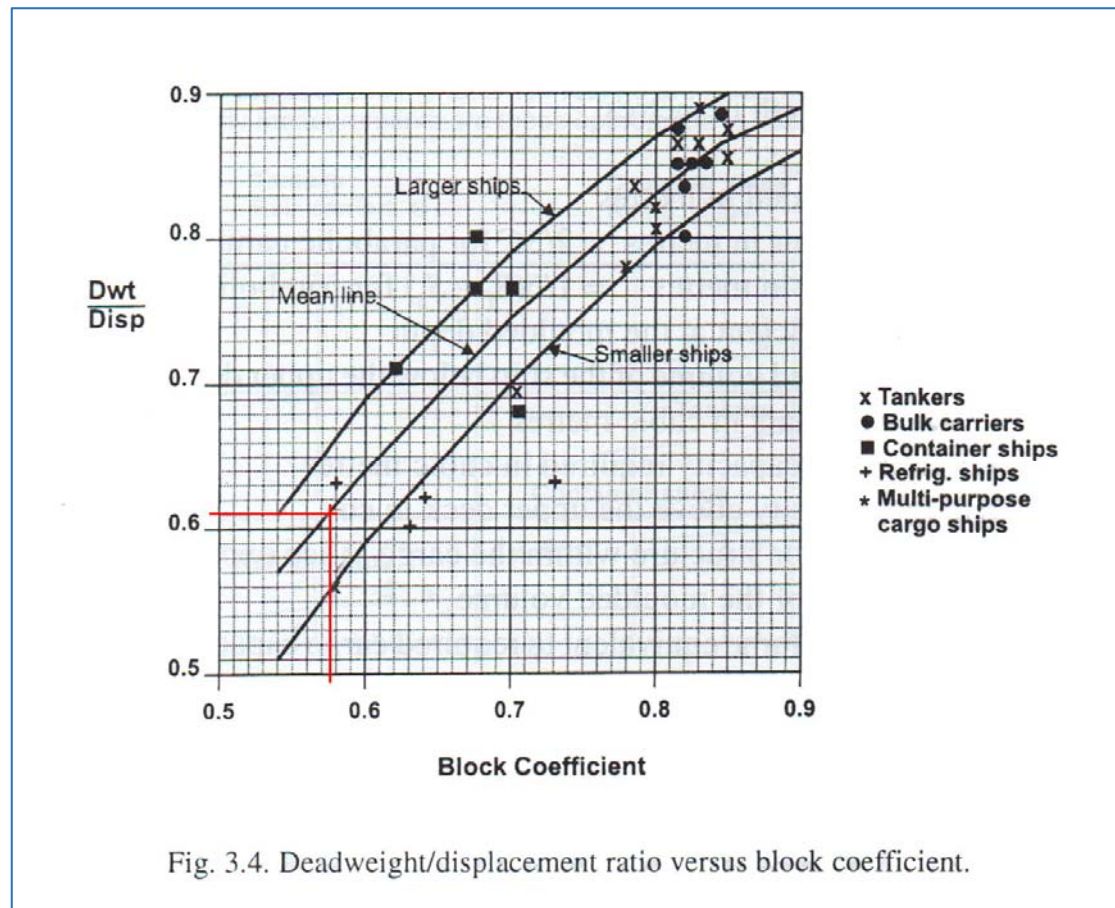


Figura 4. Coeficiente de bloque vs. Peso muerto/Desplazamiento

Entrando con este valor en la Figura 4 se obtiene un coeficiente de bloque cercano a 0,58 con la línea de buques de tamaño medio.

Para conseguir el coeficiente de bloque al puntal, que es el requerido por la fórmula de la eslora, se utiliza la Figura 5, obteniendo un valor de $C_{BD} = 0,64$.

Despejando los valores de las distintas relaciones se obtienen las siguientes dimensiones:

- $L_{PP} = 130,31$ m.
- $B = 20,85$ m.
- $D_{Superior} = 12,26$ m.
- $\Delta = 13.934$ tn.
- $C_B = 0,58$

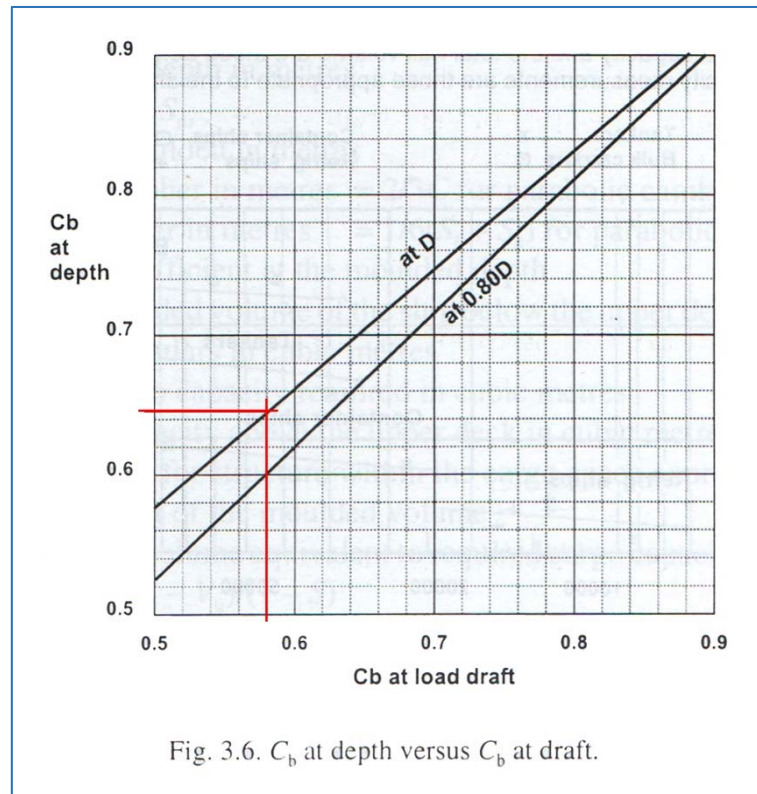


Figura 5. Coeficiente de bloque al puntal vs. Coeficiente de bloque al calado

2.3.Regresiones a partir de la base de datos

Como la capacidad de carga es un RPA del proyecto, con la base de datos se buscará una correlación entre las dimensiones principales del buque a partir de dicho volumen de bodegas, escogiendo la correlación con mejor ajuste para determinar el valor de cada una de las dimensiones.

La base de datos consta de 25 buques frigoríficos, los cuales tienen una capacidad de bodegas entre 225.000 y 650.000 ft³.

La Tabla 1 muestra una versión reducida de la base de datos, con las dimensiones y las relaciones principales de los buques incluidos en ella.

Los datos para elaborar la base de datos se han tomado de las sociedades de clasificación Bureau Veritas (BV), Det Norske Veritas (DNV) y Nippon Kaiji Kyokai (NKK). También se ha utilizado el “Register of Ships 2009-10” del Lloyd’s Register y publicaciones de la compañía naviera Seatrade, ya que 14 buques de la base de datos son de su propiedad.

La base de datos al completo está disponible en el Anexo V.

Nombre	Año	L _{pp} (m)	B (m)	D _{SUP} (m)	T _{MÁX} (m)	Cap. carga (ft ³)	PM (tn)	v _{MÁX} (kn)	Pot. MP (kW)
Suah	1990	112,900	16,600	10,000	7,114	236.994,584	5.591	19,20	4.120
Sierra Leyre	1997	108,500	17,500	9,750	6,700	262.210,000	5.972	16,00	4.900
Frio Atlantic I	1995	120,000	18,000	10,700	7,277	269.448,469	6.685	16,50	5.119
Cape Vincente	1991	111,180	18,550	10,160	7,908	300.101,322	6.494	17,60	6.656
Salica Frigo	2001	120,000	18,800	13,080	8,080	321.749,017	7.748	17,00	6.304
Frio Kyknos	1993	116,000	19,000	10,300	7,766	347.104,719	7.197	21,40	7.060
Prince of Seas	1993	120,000	19,000	10,100	7,760	371.412,000	6.849	20,30	7.060
Asian Cosmos	1998	120,000	19,500	12,800	8,216	373.802,365	8.035	20,10	7.060
Green Italia	1994	121,000	19,630	12,850	8,860	377.100,000	7.721	19,00	8.100
Valparaiso Star	1989	130,000	22,310	12,760	9,214	378.075,401	9.867	20,00	9.746
Nagato Reefer	2000	127,000	20,600	10,200	7,515	404.031,446	8.105	20,80	7.060
Chilean Reefer	1992	130,000	19,700	13,000	9,700	424.301,882	11.095	21,50	11.926
Prince of Stream	1993	127,400	20,200	10,500	7,766	428.610,232	8.383	18,00	7.061
Pacific Violet	1999	128,000	21,400	13,000	8,268	449.269,125	8.076	21,80	8.252
Cold Stream	1994	129,750	22,000	13,400	9,310	450.081,355	10.086	21,00	11.010
Frio Hellenic	1999	135,800	21,600	13,100	9,500	458.168,341	11.070	20,00	11.520
Aconcagua Bay	1992	140,440	20,600	12,800	9,410	512.355,734	11.581	17,40	7.060
Cape Town Star	1993	138,500	22,600	13,250	9,100	514.106,266	10.629	21,00	11.400
Agulhas Stream	1998	138,500	22,000	13,300	9,250	524.064,912	11.048	22,00	12.620
Caribbean Mermaid	1993	133,000	22,800	13,010	8,800	540.132,940	10.464	19,50	9.170
Emerald	2000	139,400	23,000	13,000	9,670	548.467,126	12.734	21,00	11.916
Royal Klipper	2000	145,090	24,000	13,800	10,120	580.754,000	12.902	22,53	12.621
Lady Racisce	2000	146,000	23,400	13,200	9,520	590.227,000	12.912	21,50	13.440
Luzon Strait	2002	156,170	25,000	13,400	10,020	626.011,000	15.917	21,00	15.785
Atlantic Klipper	2011	153,500	25,000	14,000	10,320	638.197,704	15.692	23,20	14.280

Tabla 1. Base de datos de buques reducida

En primer lugar se calculará la eslora entre perpendiculares, representando la capacidad de carga (ft³) de los buques de la base de datos frente a sus respectivas esloras. La capacidad de carga requerida es de 400.000 ft³. Entrando con este valor en el Gráfico 1 se obtiene un valor de **L_{PP} = 123,696 metros**.

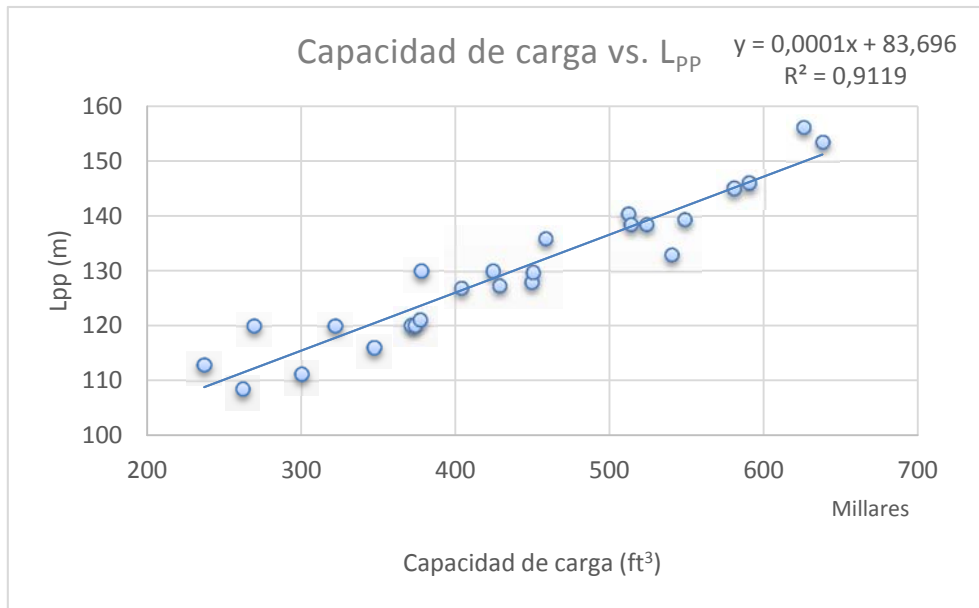


Gráfico 1. Capacidad de carga vs. L_{PP}

Para obtener la manga se utilizarán 3 gráficos. En el primero se representa la eslora entre perpendiculares frente a la manga:

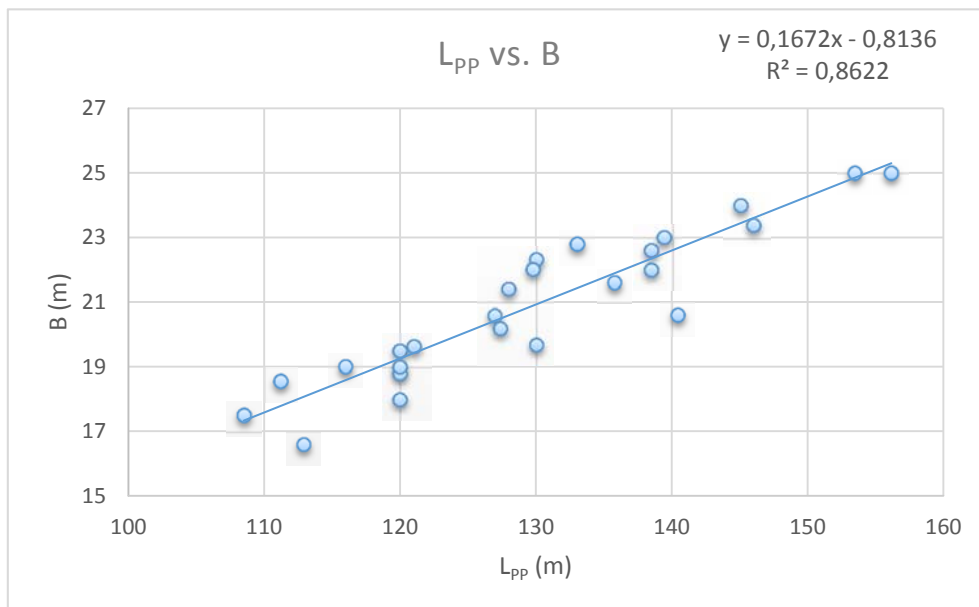


Gráfico 2. L_{PP} vs. B

Entrando en el Gráfico 2 con un valor de L_{PP} = 123,696 m., se obtiene una manga B = 19,868 m.

En segundo lugar se representa la eslora entre perpendiculares frente a la relación L_{PP}/B . Entrando en el Gráfico 3 con un valor de $L_{PP} = 123,696$ m., se consigue una relación $L_{PP}/B = 6,787$, obteniendo un valor de $B = 18,225$ m.

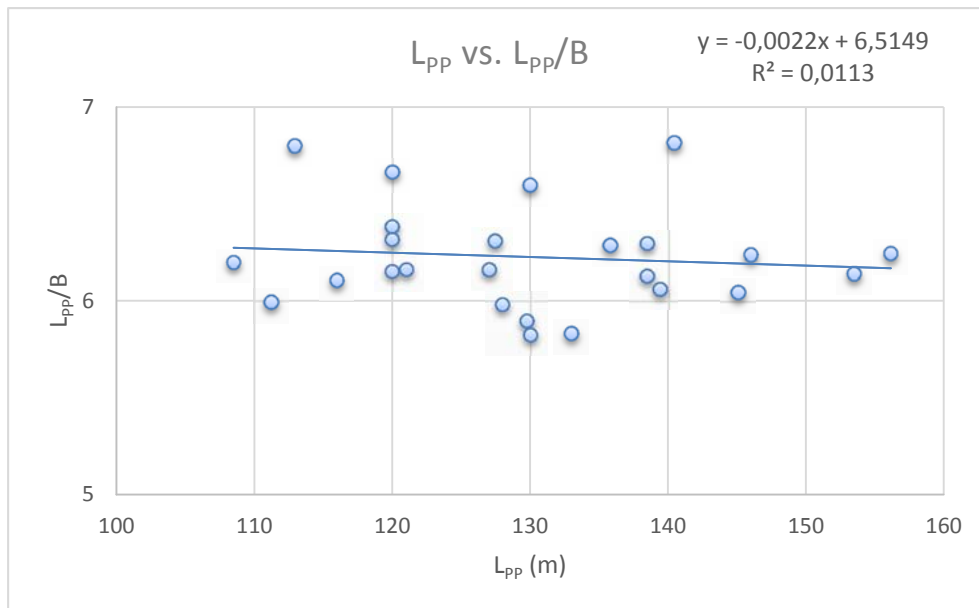


Gráfico 3. L_{PP} vs. L_{PP}/B

En la última correlación para el cálculo de la manga se representa la capacidad de carga (ft³) frente a la relación L_{PP}/B .

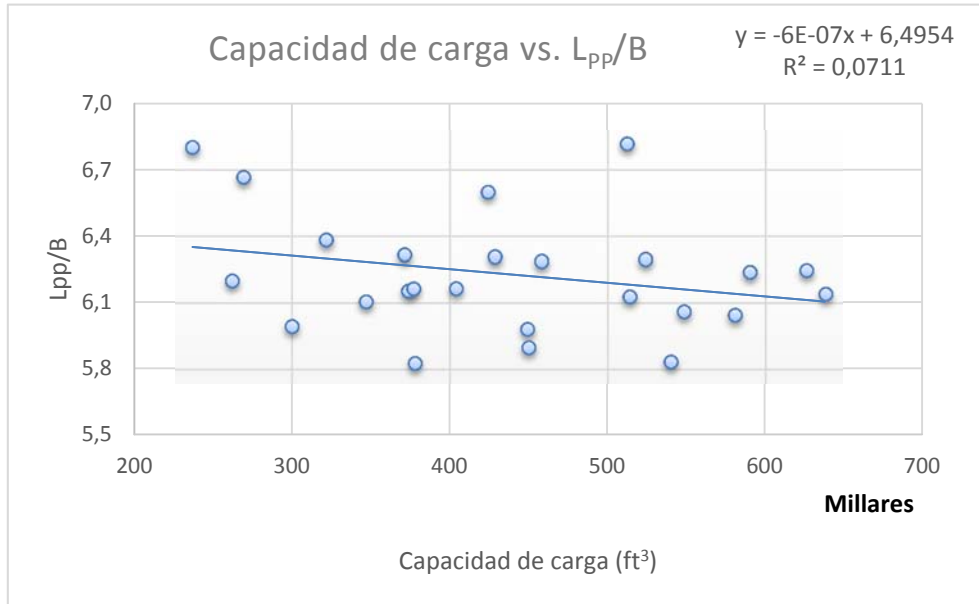


Gráfico 4. Capacidad de carga vs. L_{PP}/B

La capacidad de carga requerida es de 400.000 ft³. Entrando con este valor en el Gráfico 4 se obtiene un valor $L_{PP}/B = 6,255$. Despejando con la L_{PP} anteriormente calculada, $B = 19,774$ m.

Se tomará el valor **B = 19,868 m.** como el adecuado, dado que el grado de ajuste del Gráfico 2 es mucho mayor que en los Gráficos 3 y 4.

De un modo similar al empleado para determinar la manga, se determinará el puntal superior del buque mediante cuatro gráficos, de los que se escogerá el valor con mayor ajuste.

Dado que en la base de datos se encuentran tanto buques frigoríficos con tres cubiertas como buques de cuatro cubiertas, a partir de este punto los gráficos que se presenten incluirán en la muestra únicamente los buques de cuatro cubiertas, ya que la idea inicial de este proyecto es que el buque tenga cuatro cubiertas. En el Gráfico 5 se muestra lo que ocurre en algún gráfico al incluir la base de datos al completo:

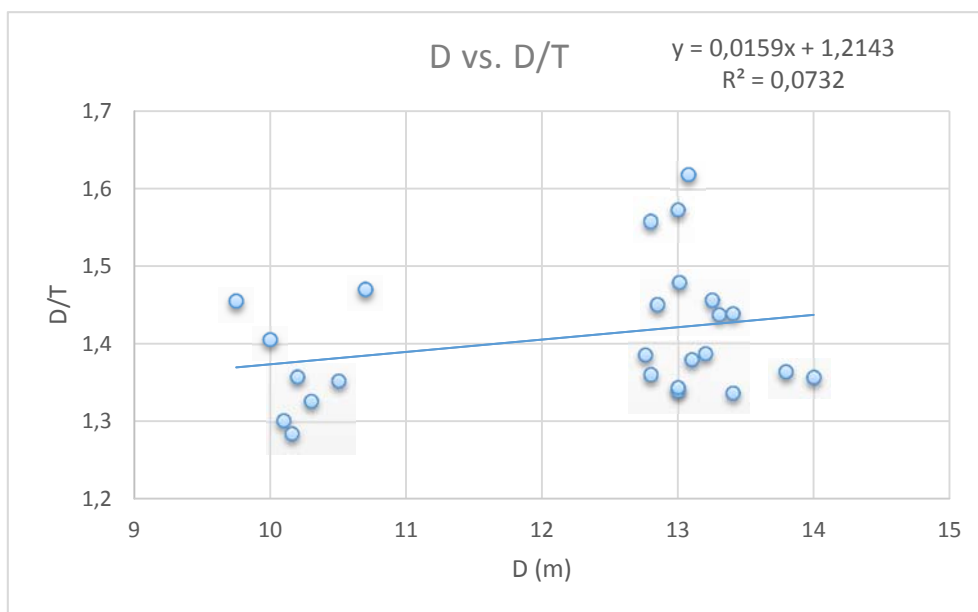


Gráfico 5. *D vs. D/T incluyendo la muestra completa*

Como se puede ver, se produce una clara separación entre los buques con tres cubiertas (grupo de la izquierda) y los buques de cuatro cubiertas (grupo de la derecha), haciendo que la regresión sea menos precisa.

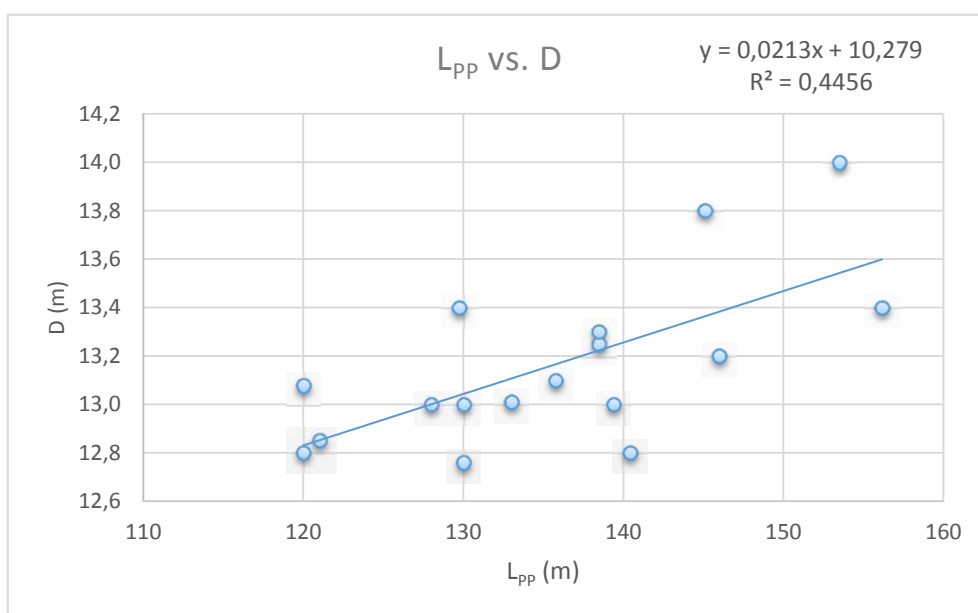


Gráfico 6. *L_{pp} vs. D*

En primer lugar se representa el valor de la eslora entre perpendiculares frente al puntal (Gráfico 6). Entrando con un valor de $L_{PP} = 123,696$ m., se consigue un valor para el puntal $D = 12,914$ m.

En el Gráfico 7 se representa el valor de la eslora entre perpendiculares frente a la relación B/D. Entrando con un valor de $L_{PP} = 123,696$ m., se consigue una relación B/D = 1,563, obteniendo un valor para $D = 12,711$ metros.

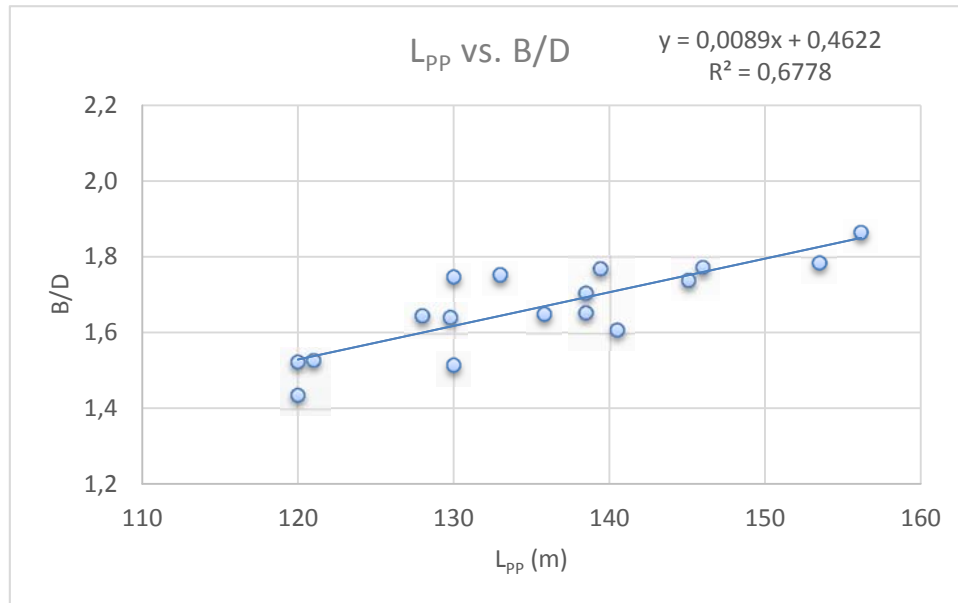


Gráfico 7. L_{PP} vs. B/D

En tercer lugar se representa la eslora entre perpendiculares frente a la relación L_{PP}/D (Gráfico 8). Empleando el valor de $L_{PP} = 123,696$ m., se consigue una relación $L_{PP}/D = 9,592$. Despejando, el valor del puntal es igual a 12,895 m.

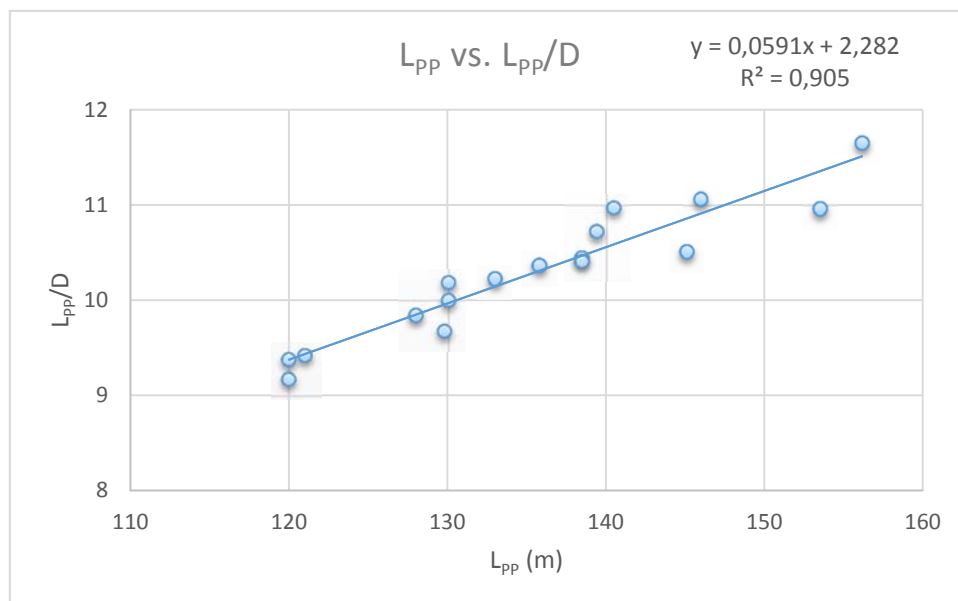


Gráfico 8. L_{PP} vs. L_{PP}/D

Para terminar con el puntal, se representa la manga frente a la relación B/D (Gráfico 9). Entrando en el Gráfico 9 con una manga B = 19,868 m., se consigue una relación B/D = 1,543 m., lo que da un valor de D = 12,880 m.

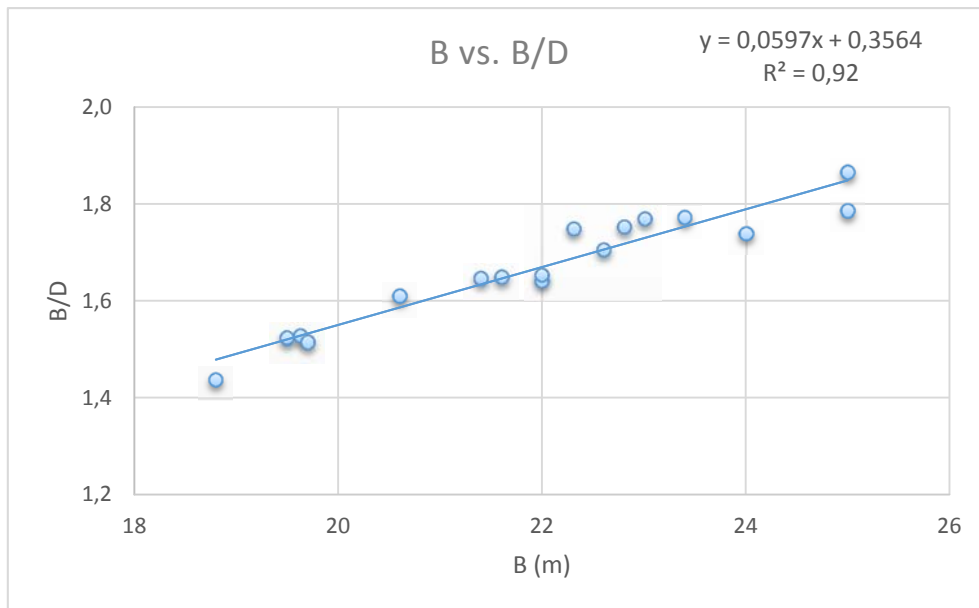


Gráfico 9. B vs. B/D

El valor del puntal superior seleccionado será **D = 12,880 m.**, dado que el grado de ajuste del Gráfico 9 es mayor que en los Gráficos 6, 7 y 8.

La última dimensión a estimar es el calado máximo del buque. Para ello se utilizarán dos regresiones.

En la primera se presenta la eslora entre perpendiculares frente a la relación D/T (Gráfico 10). Entrando con un valor de $L_{PP} = 123,696$ m., se consigue una relación D/T = 1,497, que da lugar a un valor del calado T = 8,602 m.

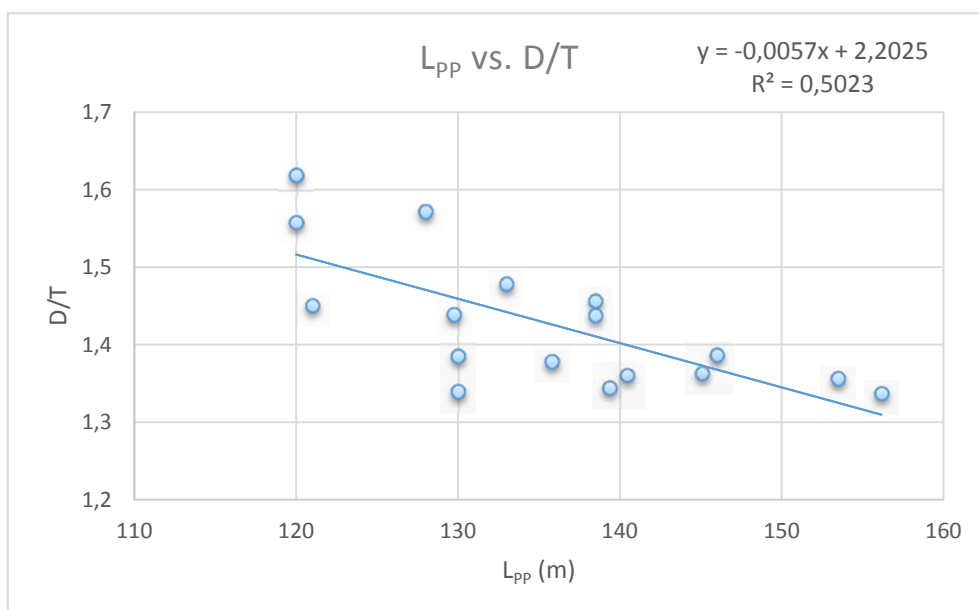


Gráfico 10. L_{PP} vs. D/T

En segundo lugar se enfrenta el puntal a la relación D/T (Gráfico 11). Con un valor de $D = 12,880$ m., la relación D/T es igual a 1,448 y el valor del calado T resulta igual a 8,893 m.

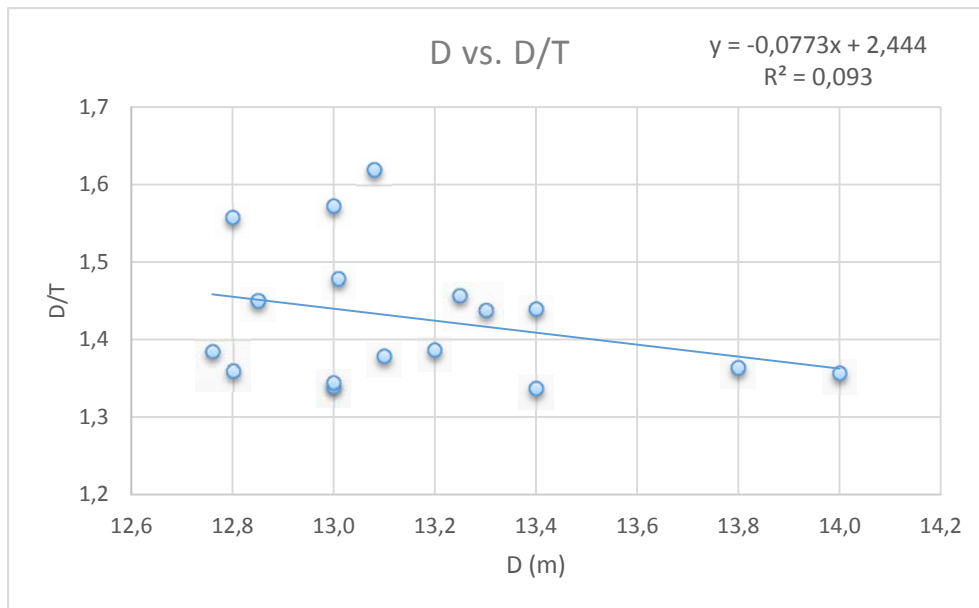


Gráfico 11. D vs. D/T

El valor escogido para el calado máximo será de **T = 8,602 metros**, dado que el grado de ajuste del Gráfico 10 es mayor que el del Gráfico 11.

Resumiendo, las dimensiones principales obtenidas son las siguientes:

- $L_{PP} = 123,696$ m.
- $B = 19,868$ m.
- $D_{Superior} = 12,880$ m.
- $T_{Máximo} = 8,602$ m.

Para asegurar el cumplimiento del requisito de capacidad de carga, se realiza una regresión que enfrente el volumen de carga (ft³) frente a la relación $L_{PP} \cdot B \cdot D$:

Entrando en el Gráfico 12 con el RPA de la capacidad de carga (400.000 ft³), se obtiene un valor de $L_{PP} \cdot B \cdot D = 31.049,400 \text{ m}^3$. Este resultado se tomará como el valor mínimo que debe tener el buque a proyectar.

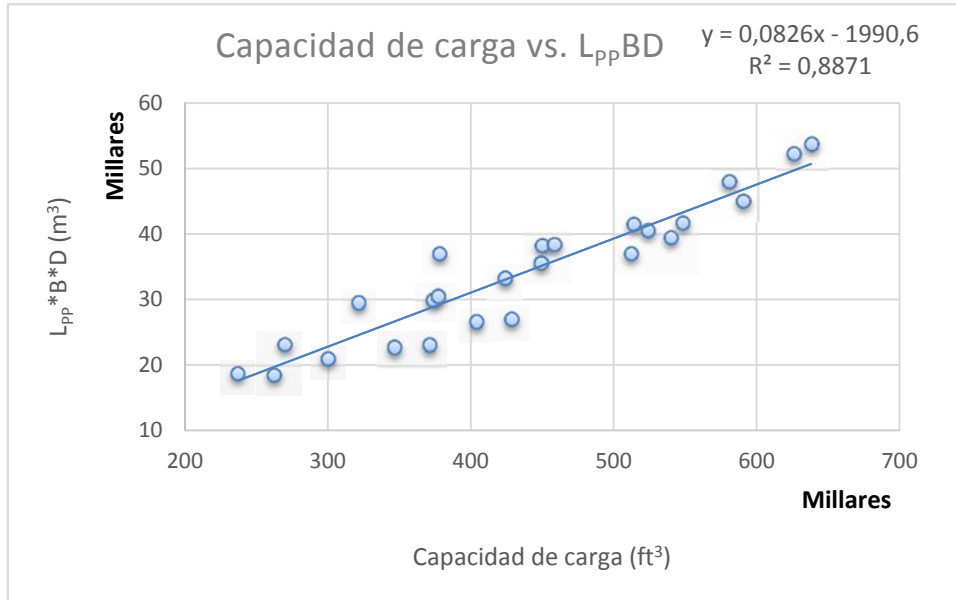


Gráfico 12. Capacidad de carga vs. $L_{PP} \cdot B \cdot D$

Al multiplicar las dimensiones L_{PP} , B y D obtenidas por las regresiones, el producto da un valor de 31.655,068 m³, superior al valor de la regresión anterior y, por lo tanto, se consideran válidas dichas dimensiones.

3. Selección de los buques alternativa

Se propone variar la eslora, la manga y el puntal para generar buques alternativa y evaluarlos económicamente desde el criterio de coste de construcción mínimo. Para ello, en la base de datos se establecen los rangos de variación de los parámetros L/B, B/D, D/T, L/D y “k” (relación entre el producto LBD y la capacidad de carga) a partir de los buques de la base de datos:

L _{PP} (m)	B (m)	D _{SUP} (m)	T _{MÁX} (m)	Cap. carga (ft ³)	Lpp/B	B/D	D/T	L/D	k = LBD/Carga (ft ³)
112,900	16,600	10,000	7,114	236.994,584	6,801	1,660	1,406	11,290	0,079
108,500	17,500	9,750	6,700	262.210,000	6,200	1,795	1,455	11,128	0,071
120,000	18,000	10,700	7,277	269.448,469	6,667	1,682	1,470	11,215	0,086
111,180	18,550	10,160	7,908	300.101,322	5,994	1,826	1,285	10,943	0,070
120,000	18,800	13,080	8,080	321.749,017	6,383	1,437	1,619	9,174	0,092
116,000	19,000	10,300	7,766	347.104,719	6,105	1,845	1,326	11,262	0,065
120,000	19,000	10,100	7,760	371.412,000	6,316	1,881	1,302	11,881	0,062
120,000	19,500	12,800	8,216	373.802,365	6,154	1,523	1,558	9,375	0,080
121,000	19,630	12,850	8,860	377.100,000	6,164	1,528	1,450	9,416	0,081
130,000	22,310	12,760	9,214	378.075,401	5,827	1,748	1,385	10,188	0,098
127,000	20,600	10,200	7,515	404.031,446	6,165	2,020	1,357	12,451	0,066
130,000	19,700	13,000	9,700	424.301,882	6,599	1,515	1,340	10,000	0,078
127,400	20,200	10,500	7,766	428.610,232	6,307	1,924	1,352	12,133	0,063
128,000	21,400	13,000	8,268	449.269,125	5,981	1,646	1,572	9,846	0,079
129,750	22,000	13,400	9,310	450.081,355	5,898	1,642	1,439	9,683	0,085
135,800	21,600	13,100	9,500	458.168,341	6,287	1,649	1,379	10,366	0,084
140,440	20,600	12,800	9,410	512.355,734	6,817	1,609	1,360	10,972	0,072
138,500	22,600	13,250	9,100	514.106,266	6,128	1,706	1,456	10,453	0,081
138,500	22,000	13,300	9,250	524.064,912	6,295	1,654	1,438	10,414	0,077
133,000	22,800	13,010	8,800	540.132,940	5,833	1,752	1,478	10,223	0,073
139,400	23,000	13,000	9,670	548.467,126	6,061	1,769	1,344	10,723	0,076
145,090	24,000	13,800	10,120	580.754,000	6,045	1,739	1,364	10,514	0,083
146,000	23,400	13,200	9,520	590.227,000	6,239	1,773	1,387	11,061	0,076
156,170	25,000	13,400	10,020	626.011,000	6,247	1,866	1,337	11,654	0,084
153,500	25,000	14,000	10,320	638.197,704	6,140	1,786	1,357	10,964	0,084
				Máximo	6,817	2,020	1,619	12,451	0,098
				Mínimo	5,827	1,437	1,285	9,174	0,062

Tabla 2. Base de datos con rangos de variación

Para el coeficiente de bloque se usará la fórmula de Katsoulis (Ref. 1):

$$C_B = 0,8217 * f * Lpp^{0,42} * B^{-0,3072} * T^{0,1721} * V^{-0,6135}$$

Siendo “f” un factor de corrección por tipo de buque. Para los buques frigoríficos, f = 0,97.

Para estimar la potencia propulsora se utilizará la fórmula de Watson (Ref. 1):

$$MCO = \frac{0,889\Delta^{2/3} \left[40 - \frac{L_{pp}}{61} + 400(K - 1)^2 - 12C_B \right]}{15000 - 1,81N\sqrt{L_{pp}}} V^3$$

Donde “K” se obtiene de la fórmula de Alexander, cuya expresión es (Ref. 1):

$$C_B = K - \frac{0,5V}{\sqrt{3,28L_{pp}}}$$

Y el valor “N” son las rpm de la hélice a la velocidad de servicio. Se supondrá que dicho valor es igual a 130 rpm, tomando como referencia el buque base del proyecto.

3.1. Peso muerto

Para una primera estimación del peso muerto, se tomará el valor del peso muerto del buque referencia de este proyecto, el “Salica Frigo”, con un valor de 7.748 TPM. Este valor será corregido posteriormente para conseguir una aproximación más exacta.

$$\mathbf{PM = 7.748 \text{ tn}}$$

3.2. Peso en rosca

El peso en rosca se descompone en las siguientes partidas:

- Peso de aceros (WST)
- Peso de equipos y habilitación (WOA)
- Peso de la maquinaria propulsora y auxiliar (Wmaq)

$$\mathbf{PR = WST + WOA + Wmaq}$$

3.2.1. Peso de aceros

El peso de aceros se estimará utilizando el método de D.G.M. Watson y A.W. Gilfillan (Ref. 3):

$$\mathbf{WST = K * \alpha^{1,35} * [1 + 0,5 * (\beta - 0,7)]}$$

Donde:

$$\alpha = L_{PP}(B + D) + 0,85L_{PP}(D - T) + 1,45L_{PP} - 11$$

$$\beta = C_B + \frac{(1 - C_B)(0,8D - T)}{3T}$$

Y “K” es el coeficiente de ajuste por tipo de buque. Para el caso de buques frigoríficos, el valor de K oscila entre 0,032 y 0,035. Se tomará el valor medio 0,0335.

3.2.2. Peso de equipos y habilitación

Este concepto se compone de los siguientes puntos:

- Equipo de amarre y fondeo
- Equipo de navegación
- Equipo de salvamento
- Acondicionamiento y aislamientos
- Habilitación
- Sistemas de refrigeración

Para una primera aproximación, se utilizará la siguiente expresión (Ref. 1):

$$\mathbf{WOA = 0,052 * Lpp^2 + 0,144 * VCAR^{\frac{2}{3}}}$$

3.2.3. Peso de la maquinaria

Los pesos considerados en este concepto se dividen en cuatro partes:

- Motor propulsor y reductor (WME)
- Resto de maquinaria propulsora (WRP)
- Otros elementos de la cámara de máquinas (WQR)
- Línea de ejes fuera de la cámara de máquinas (WQE)

$$\mathbf{Wmaq = WME + WRP + WQR + WQE}$$

3.2.3.1. *Peso del motor propulsor*

El motor será de 4 tiempos en línea con reductor (Ref. 1):

$$\mathbf{WME = 2,5 + 9,5 * (MCR/N)^{0,91}}$$

Donde MCR = BHP*1,15/0,85; tomando en cuenta el margen de mar del 15% y el régimen del motor al 85%. Las revoluciones por minuto se estiman en 500 rpm tomando como referencia el buque base del proyecto.

3.2.3.2. *Peso de la maquinaria propulsora*

La expresión propuesta es (Ref. 1):

$$\mathbf{WRP = K_m * MCR^{0,7}}$$

Con K_m = 0,56.

3.2.3.3. Elementos de la cámara de máquinas

La expresión utilizada es (Ref. 1):

$$\mathbf{WQR = 0,03 * VMQ}$$

Donde VMQ es el volumen de la cámara de máquinas, que se puede estimar con la siguiente expresión:

$$VMQ = 0,85 * L_{cám.máq.} * B * (D - h_{doble\ fondo}) * C_B$$

Siendo:

$$\begin{aligned} L_{cám.máq.} &= \text{Longitud de la cámara de máquinas} \\ &= 0,00217 * L_{pp}^{1,32} + 0,605 * MCR^{0,38} \end{aligned}$$

$$h_{doble\ fondo} = 1,5 \text{ m. (aprox.)}$$

3.2.3.4. Línea de ejes fuera de la cámara de máquinas

La expresión utilizada es (Ref. 1):

$$\mathbf{WQE = K_{ne} * L_{eje} * (5 + 0,0164 * L_{pp})}$$

Considerando una única línea de ejes ($K_{ne} = 1$), y tomando como valor de L_{eje} la longitud del mismo en el buque referencia “Salica Frigo” ($L_{eje} = 4 \text{ m. aprox.}$).

4. Cifra de mérito

La cifra de mérito será el coste de construcción.

El coste de construcción se desglosa en los siguientes conceptos:

- Coste de los materiales a granel (CMg)
- Coste de los equipos del buque (CEq)
- Coste de la mano de obra (CMo)
- Otros costes del astillero (CVa)

$$\mathbf{CC = CMg + CEq + CMo + CVa}$$

Las fórmulas utilizadas para calcular los distintos costes están presentes en el punto 1.4.3.1 de la Ref. 1.

4.1. Coste de los materiales a granel

En este concepto tiene especial influencia el peso de aceros, que es en lo que se basa la construcción del buque. Se puede calcular a partir de la expresión:

$$\mathbf{CMg = cmg * PS}$$

Donde “**cmg**” es el coste de los materiales a granel y se estima por:

$$\mathbf{cmg = ccs * cas * cem * ps}$$

Donde:

- **ccs** = coeficiente ponderado de las chapas y perfiles de distintas calidades de acero ($1,05 < ccs < 1,10$). Se escoge un valor intermedio de **1,08**.
- **cas** = coeficiente de aprovechamiento del acero en relación con el pedido de material, PESO BRUTO/PESO MUERTO ($1,08 < cas < 1,15$). El valor estimado será de **1,11**.
- **cem** = coeficiente por equipo metálico incluido en la estructura tales como techos, registros de escotilla, pasamanos, etc. ($1,03 < cem < 1,10$). El valor estimado será de **1,07**.
- **ps** = precio unitario del acero. Conjunto de chapas y perfiles de distinta calidad. Se supone un valor de **450 €/ton**.

Y **PS = WST**, es el peso de aceros, cuya expresión ha sido indicada anteriormente en el Apartado 3.2.1.

4.2. Coste de los equipos del buque

Este coste combinado se desglosa en los siguientes conceptos:

- Coste del equipo de manipulación de la carga (CEc)
- Coste del equipo de maquinaria propulsora y sus auxiliares (CEp)
- Coste de la habilitación (CHf)
- Coste del equipo restante (CEr)

$$\mathbf{CEq = CEc + CEp + CHf + CEr}$$

Todos ellos incluyen el coste de la mano de obra de la instalación.

4.2.1. Coste del equipo de manipulación de la carga (CEc)

Esta partida se supone constante para todos los buques alternativa, por lo que no influirá en esta fase de comparación de costes y, por lo tanto, no se tendrá en cuenta.

4.2.2. Coste del equipo de maquinaria propulsora y sus auxiliares (CEp)

Se calcula a partir de la expresión:

$$\mathbf{CEp = cep * BHP * (1,15/0,85) * 0,736}$$

Donde **cep** es el coeficiente unitario por C.V. instalado para la propulsión: **cep = 350€/KW**.

Se ha tenido en cuenta el margen de mar (1,15) y el régimen del motor (0,85). Además, se multiplica por 0,736 para pasar a kilovatios.

4.2.3. Coste de la habilitación (CHf)

Se calcula mediante la expresión:

$$\mathbf{CHf = chf * nch * NT}$$

Donde:

- **Chf** = coste unitario por tripulante. **Chf = 32.000€/tripulante**.
- **nch** = representa el coeficiente de calidad de los materiales utilizados en la habilitación. Se supondrá un coeficiente de calidad normal: **nch = 1,00**.
- **NT** = número de tripulantes = **12**.

4.2.4. Coste del equipo restante (CEr)

Se estima mediante la expresión:

$$\mathbf{CEr = ccs * ps * PEr}$$

El valor del peso del equipo restante (PEr) se estima por la fórmula siguiente:

$$\mathbf{PEr = 0,03 * L^{1,3} * B^{0,8} * D^{0,3}}$$

NOTA: este valor no se debe tener en cuenta en el cálculo del peso en rosca. Sólo se utiliza para la estimación del coste de este concepto.

Se estimarán los valores: **ccs = 1,25** y **ps = 450€/ton**.

4.3. Coste de la mano de obra

Se desglosa en:

- Coste de la mano de obra del material a granel (**C_{mm}**)
- Coste de la mano de obra de montaje de los equipos e instalaciones del buque (**CMe**)

$$\mathbf{CMo = C_{mm} + CMe}$$

El valor del CMe se puede estimar en un 10% del coste total de la mano de obra, o bien, como se ha realizado en este proyecto, se incluye directamente en el concepto de costes de los equipos, como se ha mencionado anteriormente. De manera que en este apartado sólo se tendrán en cuenta la mano de obra correspondiente al montaje de los materiales a granel.

El valor de C_{mm} es:

$$C_{mm} = chm * csh * PS$$

Donde:

- **chm** = coste unitario de construcción ($21 < chm < 40$). Se escoge un valor de **30 €/h**.
- **csh** = representa las horas por unidad de peso construido. Está relacionado con la capacidad productiva del astillero ($30 < csh < 100$). Se supone un valor de **50 h/ton**.

4.4. Otros costes del astillero

Se calcula a partir de:

$$CVa = cva * CC$$

Siendo:

- **cva** = porcentaje de coste con respecto al total ($0.05 < cva < 0,10$). Se escoge un valor de **0,075**.

4.5. Coste total de construcción

Sumando cada uno de los conceptos anteriores se obtiene el coste total de construcción.

Se fija para todas las alternativas el peso muerto de 7.748 toneladas anteriormente mencionado en el Apartado 3.1. Para las alternativas se calculará la diferencia en el coste de construcción respecto al buque obtenido por regresiones.

4.6. Buques alternativa y cifra de mérito

Se proponen, a partir del buque obtenido por las regresiones, unas variaciones en L_{pp} , B y D de la siguiente forma:

- L_{pp} : toma los valores 124, 126, 128, 130, 132.
- B: toma los valores 19'5, 20, 20'5, 21, 21'5.
- D: toma los valores 12, 12'5, 13, 13'5.

Con estas variaciones, se realizan un total de 100 alternativas.

Se obtiene para cada una de ellas el coste de construcción. La mejor alternativa será la que lo minimice y cumpla con todas las necesidades del buque.

En este proceso es necesario comprobar que los valores L/B , B/D , D/T , L/D , "k" y "z" se encuentren entre los siguientes límites:

- El volumen de bodegas es un RPA y se busca su cumplimiento mediante el factor “k” (relación entre el producto L*B*D y el volumen de bodegas). El buque de la base de datos que más se aproxima al que se está proyectando, en cuanto a sus dimensiones, es el “Pacific Violet”, con un factor “k” igual a 0’079. Por lo tanto, para asegurar el volumen de bodegas, se establece un límite inferior para “k” igual a 0’078.

El resto de límites se establecen con los máximos y mínimos de la base de datos:

- $5,827 < L/B < 6,817$
- $1,437 < B/D < 2,020$
- $1,285 < D/T < 1,619$
- $9,174 < L/D < 12,451$
- $0'078 < k < 0'098$

De las 100 alternativas estudiadas, 84 cumplen con todos los requisitos, mostrando además lo que varían en coste respecto a la alternativa inicial (Dif. CC), que tiene un valor de 9.402.174 €.

Se debe tener en cuenta el máximo aprovechamiento de las bodegas, que están destinadas a llevar pallets, por lo que se necesitan unos 2.200 mm de altura libre en cada entrepuente. Además, se debe reservar espacio de estructura y aislamiento por cada entrepuente. Siguiendo las indicaciones que se mencionan en el libro “*El Proyecto Básico del Buque Mercante*”, se reservarán unos 800 mm para este concepto. Tomando como referencia la disposición de las bodegas del buque base del proyecto, éstas se distribuirán en 4 cubiertas, por lo que el puntal necesario para bodegas sería de:

$$(2.200 + 800) * 4 = 12.000 \text{ mm}$$

El resto del puntal será un doble fondo de 1.500 mm de altura, al que no se dará otro uso más que para el lastrado, por lo que se seleccionarán las alternativas con un puntal igual a 13,50 metros. Las alternativas válidas siguiendo este criterio se reducen hasta un total de 24.

Como este puntal es el valor más alto de los posibles, se descartarán también las alternativas con una manga sensiblemente inferior a la del buque desarrollado mediante las regresiones, por lo que el valor mínimo aceptable de manga se fijará en 20 metros.

Al restringir de este modo el número de alternativas aceptables, el total de buques alternativa se limita a 19 opciones. Se escogerá como la alternativa definitiva la más barata de las alternativas que tienen una LPP = 128 m., ya que de los buques de la base de datos con al menos 400.000 ft³ de carga, la menor eslora es igual a 127 m.:

L _{pp} (m)	B (m)	D _{sup} (m)	T _{máx} (m)	L/B	B/D	L/D	k	C _B	BHP	PR (tn)	Δ (tn)	CC (€)
128,00	20,00	13,50	9,015	6,400	1,481	9,481	0,086	0,608	5.796	4.591	12.339	10.106.106

Tabla 3. Alternativa seleccionada

L _{pp} (m)	B (m)	D _{sup} (m)	L/B	B/D	L/D	LBD	k	C _B	BHP	PR (tn)	Δ (tn)	CC (€)
124,00	20,00	13,50	6,200	1,481	9,185	33.480,00	0,084	0,600	5.630	4.384	12.132	9.695.961
124,00	20,50	13,50	6,049	1,519	9,185	34.317,00	0,086	0,596	5.691	4.434	12.182	9.896.984
124,00	21,00	13,50	5,905	1,556	9,185	35.154,00	0,088	0,591	5.755	4.485	12.233	10.098.779
126,00	20,00	13,50	6,300	1,481	9,333	34.020,00	0,085	0,604	5.713	4.487	12.235	9.900.343
126,00	20,50	13,50	6,146	1,519	9,333	34.870,50	0,087	0,600	5.775	4.539	12.287	10.105.828
126,00	21,00	13,50	6,000	1,556	9,333	35.721,00	0,089	0,595	5.839	4.591	12.339	10.312.115
126,00	21,50	13,50	5,860	1,593	9,333	36.571,50	0,091	0,591	5.905	4.644	12.392	10.519.148
128,00	20,00	13,50	6,400	1,481	9,481	34.560,00	0,086	0,608	5.796	4.591	12.339	10.106.106
128,00	20,50	13,50	6,244	1,519	9,481	35.424,00	0,089	0,604	5.858	4.644	12.392	10.316.068
128,00	21,00	13,50	6,095	1,556	9,481	36.288,00	0,091	0,599	5.923	4.698	12.446	10.526.863
128,00	21,50	13,50	5,953	1,593	9,481	37.152,00	0,093	0,595	5.989	4.751	12.499	10.738.434
130,00	20,00	13,50	6,500	1,481	9,630	35.100,00	0,088	0,612	5.879	4.697	12.445	10.313.249
130,00	20,50	13,50	6,341	1,519	9,630	35.977,50	0,090	0,608	5.941	4.751	12.499	10.527.702
130,00	21,00	13,50	6,190	1,556	9,630	36.855,00	0,092	0,603	6.006	4.805	12.553	10.743.020
130,00	21,50	13,50	6,047	1,593	9,630	37.732,50	0,094	0,599	6.073	4.860	12.608	10.959.143
132,00	20,00	13,50	6,600	1,481	9,778	35.640,00	0,089	0,616	5.962	4.803	12.551	10.521.766
132,00	20,50	13,50	6,439	1,519	9,778	36.531,00	0,091	0,612	6.025	4.858	12.606	10.740.724
132,00	21,00	13,50	6,286	1,556	9,778	37.422,00	0,094	0,607	6.090	4.914	12.662	10.960.579
132,00	21,50	13,50	6,140	1,593	9,778	38.313,00	0,096	0,603	6.158	4.970	12.718	11.181.270

Tabla 4. Alternativas con D = 13,50 m.

5. Estudio preliminar de pesos

5.1. Peso en rosca

5.1.1. Peso de aceros

Para estimar este concepto se empleará el método de D.G.M. Watson y A.W. Gilfillan (Ref. 3):

$$WST = K * \alpha^{1,35} * [1 + 0,5 * (\beta - 0,7)]$$

Donde:

$$\alpha = L_{PP}(B + D) + 0,85L_{PP}(D - T) + 1,45L_{PP} - 11$$

$$\beta = C_B + \frac{(1 - C_B)(0,8D - T)}{3T}$$

Y “K” es el coeficiente de ajuste por tipo de buque. Para el caso de buques frigoríficos, el valor de K oscila entre 0,032 y 0,035. Se tomará el valor medio, 0,0335.

$$\alpha = 128 * (20 + 13,5) + 0,85 * 128 * (13,5 - 9,015) + 1,45 * 128 - 11 = 4.950,521$$

$$\beta = 0,608 + \frac{(1 - 0,608)(0,8 * 13,5 - 9,015)}{3 * 9,015} = 0,634$$

$$WST = 0,0335 * 4.950,521^{1,35} * [1 + 0,5 * (0,634 - 0,7)] = 3.149,561 \text{ tn}$$

5.1.2. Peso de equipos y habilitación

Usando la expresión (Ref. 1):

$$WOA = 0,052 * L_{PP}^2 + 0,144 * VCAR^{2/3}$$

$$WOA = 0,052 * 128^2 + 0,144 * 400.000^{\frac{2}{3}} = 1.633,720 \text{ tn}$$

5.1.3. Peso del motor propulsor

El motor será de 4 tiempos en línea con reductor (Ref. 1):

$$WME = 2,5 + 9,5 * \left(\frac{MCR}{N}\right)^{0,91}$$

Donde MCR = BHP * 1,15 / 0,85; tomando en cuenta el margen de mar del 15 % y el régimen del motor al 85 %. Las revoluciones por minuto se estiman en 500 rpm.

Como se puede ver en la Tabla 3, la predicción de potencia utilizando la fórmula de Watson da un valor de 5.796 BHP. Para calcular la potencia total hay que tener en cuenta el alternador de cola. Tomando como referencia el buque base del proyecto, se prevé

instalar un alternador de cola de 1.500 kW (2.011 HP). Por lo tanto, la potencia total continua será:

$$MCR = (5.796 + 2.011) * \frac{1,15}{0,85} = 10.563 \text{ HP}$$

$$WME = 2,5 + 9,5 * \left(\frac{10.563}{500} \right)^{0,91} = 155,013 \text{ tn}$$

5.1.4. Peso de la maquinaria propulsora

La expresión propuesta es la siguiente (Ref. 1):

$$WRP = K_m * MCR^{0,7}$$

Con $K_m = 0,56$:

$$WRP = 0,56 * 10.563^{0,7} = 367,146 \text{ tn}$$

5.1.5. Elementos de la cámara de máquinas

La expresión utilizada es (Ref. 1):

$$WQR = 0,03 * VMQ$$

Donde VMQ es el volumen de la cámara de máquinas, que se puede estimar con la siguiente expresión:

$$VMQ = 0,85 * L_{cám.máq.} * B * (D - h_{doble fondo}) * C_b$$

$$L_{cám.máq.} = \text{longitud de la cámara de máquinas}$$

$$= 0,00217 * Lpp^{1,32} + 0,605 * MCR^{0,38}$$

$$= 0,00217 * 128^{1,32} + 0,605 * 10.563^{0,38} = 21,767 \text{ m.}$$

$$h_{doble fondo} = \text{altura del doble fondo} = 1,5 \text{ m.}$$

$$VMQ = 0,85 * 21,767 * 20 * (13,5 - 1,5) * 0,608 = 2.699,805 \text{ m}^3$$

$$WQR = 0,03 * 2.699,805 = 80,994 \text{ tn}$$

5.1.6. Línea de eje fuera de cámara de máquinas

La expresión utilizada es (Ref. 1):

$$WQE = K_{ne} * L_{eje} * (5 + 0,0164 * Lpp)$$

Considerando una única línea de ejes ($K_{ne} = 1$) y midiendo directamente la longitud del eje del buque referencia Salica Frigo ($L_{eje} = 4 \text{ m. aprox.}$):

$$WQE = 1 * 4 * (5 + 0,0164 * 128) = 28,397 \text{ tn}$$

5.1.7. Resumen del peso en rosca

Concepto	Peso (tn)
Peso de aceros	3.149,561
Peso de equipos y habilitación	1.633,720
Peso del motor propulsor	155,013
Peso de la maquinaria propulsora	367,146
Peso de los elementos de la cámara de máquinas	80,994
Peso de la línea de ejes fuera de la cámara de máquinas	28,397
TOTAL PESO EN ROSCA	5.414,831

5.2. Peso muerto

5.2.1. Carga útil

El transporte de carne congelada es el que supone la carga máxima, puesto que es la carga con mayor peso específico. Si se cargan los 400.000 ft³ de bodegas con carne congelada y empaquetada, cuyo coeficiente de estiba sea igual a 55 ft³/tn., se obtiene una carga de 7.272,727 toneladas.

$$CU = 7.272,727 \text{ tn}$$

5.2.2. Contenedores sobre cubierta

Para cumplir con el RPA del proyecto, el buque debe transportar 54 TEU sobre cubierta. Estimando un peso de 25 toneladas para cada TEU (Ref. 1), su peso total será:

$$TEU's = 54 * 25 = 1.350 \text{ tn}$$

5.2.3. Consumos

El peso de los consumos se desglosa en:

- Combustible (motor principal y maquinaria auxiliar)
- Aceite
- Agua dulce
- Víveres

Estos consumos dependen de la autonomía y de la potencia instalada a bordo.

El combustible es de dos tipos:

- Fuel oil (0,95 ton/m³) para el motor principal
- Diésel oil (0,87 ton/m³) para los motores auxiliares

5.2.3.1. *Peso de fuel oil*

A la hora de calcular el peso del combustible principal resulta preciso considerar un margen por hierros, coeficiente de llenado y agua en el combustible, estimados en 0,95 y 0,975 respectivamente:

$$P_{fuel} = \frac{\frac{AUT}{V_s} * BHP * C_{ef} * 10^{-6}}{0,95 * 0,975} * f \text{ (tn)}$$

Donde:

- AUT = Autonomía en millas = 6.000 millas
- V_s = Velocidad de servicio = 17 nudos al 85 % MCR y 15 % de margen de mar
- C_{ef} = Consumo específico de fuel oil = 146 g/(BHP*h)
- BHP = Potencia propulsora = 11.007 HP
- f = Coeficiente de seguridad = 1,05

Sustituyendo obtenemos:

$$P_{fuel} = \frac{\frac{6.000}{17} * 10.563 * 146 * 10^{-6}}{0,95 * 0,975} * 1,05 = 617,026 \text{ tn}$$

5.2.3.2. *Peso del diésel oil*

En este caso, para las máquinas auxiliares y este combustible, se supondrá un consumo específico de 146 g/(BHP*h). La expresión es:

$$P_{diésel} = \frac{AUT}{V_s} * BHP * C_{ed} * k * 1,20 * 10^{-6} \text{ (tn)}$$

“k” es un coeficiente que representa la relación entre la potencia auxiliar utilizada y la instalada para la propulsión. Tomando como referencia el buque base, se puede estimar este valor del orden de un 20 %. Es decir, k = 0,2.

Por otra parte, hay que tener en cuenta los consumos en puerto durante las maniobras de acercamiento y espera, además de las de carga/descarga, suponiendo que el buque no reposta en todos los puertos que toca. Se estima un 20 % del consumo en navegación.

$$P_{diésel} = \frac{6.000}{17} * 10.563 * 146 * 0,2 * 1,2 * 10^{-6} = 130,633 \text{ tn}$$

5.2.3.3. *Peso de aceite*

Se puede estimar un peso entre un 3-4 % del peso de combustible de propulsión. Lo normal es disponer un tanque de reserva igual o ligeramente superior al de servicio. Por lo tanto:

$$P_{aceite} = 2 * 0,04 * P_{fuel} = 2 * 0,04 * 617,026 = 49,362 \text{ tn}$$

5.2.3.4. *Peso de agua dulce*

Se estiman unos 135 litros/(persona*día), que para 12 tripulantes hacen:

$$P_{agua} = consumo_{persona*día} * \frac{AUT}{V_s * 24} * Tripulantes * 10^{-3} \text{ (tn)}$$

$$P_{agua} = 135 * \frac{6.000}{17 * 24} * 12 * 10^{-3} = 23,824 \text{ tn}$$

5.2.3.5. *Peso de víveres*

Se estima un consumo de 5 kg/(persona*día):

$$P_{víveres} = consumo_{persona*día} * \frac{AUT}{V_s * 24} * Tripulantes * 10^{-3} \text{ (tn)}$$

$$P_{víveres} = 5 * \frac{6.000}{17 * 24} * 12 * 10^{-3} = 0,882 \text{ tn}$$

5.2.4. Tripulación

Se suponen 125 kg. por persona (incluido su equipaje):

$$P_{tripulación} = \frac{125 * 12}{1000} = 1,5 \text{ tn}$$

5.2.5. Pertrechos, respetos y estachas

Se estiman unas **120 toneladas**.

5.2.6. Resumen del peso muerto

Concepto	Peso (tn)
Carga útil	7.272,727
TEU's	1.350,000
Fuel oil	617,026
Diésel oil	130,633
Aceite	49,362
Agua dulce	23,824
Víveres	0,882
Tripulación	1,500
Pertrechos, respetos y estachas	120,000
TOTAL PESO MUERTO	9.565,954

6. Cálculos finales

El desplazamiento del buque para la condición de máxima carga será de:

$$\Delta = 5.414,831 + 9.565,954 = 14.980,785 \text{ tn}$$

A este desplazamiento le corresponde un coeficiente de bloque de:

$$C_b = \frac{\Delta}{1,03 * L * B * T} = \frac{14.980,785}{1,03 * 128 * 20 * 9,015} = 0,630$$

Donde a la densidad del agua (1,026 tn/m³) se le ha añadido un margen por apéndices y por el espesor del forro.

Sin embargo, los buques frigoríficos se definen para un calado de plátanos, que se corresponde con el desplazamiento del buque con las bodegas llenas de plátanos (coeficiente de estiba = 115 ft³/tn). La carga útil de plátanos sería de:

$$CU_{Plátanos} = \frac{1}{115} * 400.000 = 3.478,261 \text{ toneladas}$$

Introduciendo este valor de la carga útil en el peso muerto desglosado en el Apartado 5:

$$PM_{Plátanos} = PM - CU_{Carne} + CU_{Plátanos} = 5.771,488 \text{ tn}$$

Para calcular el calado de plátanos del buque, se mantiene un coeficiente de bloque igual al obtenido para la carga de carne congelada (por aproximación a un valor más real correspondiente al calado de diseño, se reduce el coeficiente de bloque hasta un valor de $C_B = 0,60$) y se introduce el nuevo peso muerto:

$$T_{Diseño} = \frac{\Delta}{1,03 * L * B * C_B} = \frac{5.414,831 + 5.771,488}{1,03 * 128 * 20 * 0,6} = 7,071 \text{ m.}$$

Resumiendo, el buque presentará las siguientes dimensiones y características:

- $L_{PP} = 128$ m.
- $B = 20$ m.
- $D = 13,5$ m.
- $T_{Diseño} = 7,071$ m.
- $T_{Máximo} = 9,015$ m.
- $C_B = 0,60$
- Peso en rosca = 5.414,831 tn.
- Peso muerto de diseño (carga de plátanos) = 5.771,488 tn.
- Peso muerto máximo (carga de carne congelada) = 9.565,954 tn.
- Desplazamiento de diseño = 11.186,319 tn.
- Desplazamiento máximo = 14.980,785 tn.

Bibliografía

1. ALVARIÑO CASTRO, Ricardo., AZPIROZ AZPIROZ, Juan José y MEIZOSO FERNÁNDEZ, Manuel. *El Proyecto Básico del Buque Mercante*. Madrid: Fondo Editorial de Ingeniería Naval, Colegio Oficial de Ingenieros Navales, 1997. ISBN: 84-921750-2-8.
2. WATSON, David G.M. *Practical Ship Design*. Oxford: Elsevier Ocean Engineering Book Series, Elsevier Science Ltd, 2002. ISBN: 0-08-042999-8.
3. VICENTE FERNÁNDEZ, Pedro. *Una Aproximación al Cálculo del Peso del Acero en Anteproyecto*. En: Revista Ingeniería Naval, Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos, 2006, nº 835, pp. 85-90. ISSN: 0020-1073.
4. *Register of Ships 2009-10*. Surrey: Lloyd's Register – Fairplay Ltd., 2009. ISBN: 978-1-906313-30-2.

Anexo I – Buque base “Salica Frigo”



SALICA FRIGO: 8800m³ refrigerated cargo vessel

Shipbuilder:.....Hijos de J Barreras SA, (Astillero Barreras), Spain
 Vessel's name:.....*Salica Frigo*
 Hull number:.....1586
 Owner/operator:.....Albafrijo Canarias/Albafrijo SA, Spain
 Flag:.....Spain
 Designer:.....Hijos de J Barreras SA, Spain
 Total number of sister ships already completed:.....Nil
 Total number of sister ships still on order:.....Nil

THIS refrigerated cargo vessel is operated by a company closely connected with the Canary Islands banana and fruit trade, and features a somewhat unusual profile with poop and long forecastle erections on the main deck, joined by a fore-and-aft trunk to form a full-length upper deck. There are four cargo holds, of which Nos 2, 3 and 4 are accessed through 10m long x 9.37m wide hatches positioned on the trunk, with No 1 served by a 10m x 7.97m wide hatch on what is technically the forecastle.

Because of the fine fore-end lines, Nos 1 and 2 holds are sub-divided into only three tweendecks with deep tanks below, whereas Nos 3 and 4 holds have four tweendecks. All the decks have hatches fitted with hydraulically operated folding covers; these stow at each end of the openings.

The holds are served by four electric-hydraulic deck cranes; each is designed to lift 6000kg at 18m outreach and at a hoisting speed of 60m/min. Provision has been made for a single row/tier of 20ft containers to be carried on the main deck alongside the trunk, and on the upper deck alongside No 1 hatch. Appropriate power supplies are available for refrigerated units.

The cargo refrigeration plant has been sized for simultaneous operation of the four holds with each compartment provided with two finned air coolers, and high-performance ventilators supplying 90 air changes hourly. Three cooling units (total power 170kW) are fitted, each including a compressor, condenser, ammonia tank, plate heat exchanger for brine cooling, hot and cold brine pumps, CO₂ measuring, NH₃ detection, monitoring, control and alarm systems.

Ammonia (NH₃) is used as the primary coolant for the brine circulated to the hold evaporators through a three-temperature system, consisting of a main line for cooling, a freezing line, and a de-frosting line. The temperatures of the different rooms are modulated and computer-controlled through three-way valves.

The machinery installation incorporates an 'alternative propulsion system' using the two diesel-alternator sets to supply the main-engine driven alternator in reverse mode, and this in turn drives the gearbox and shaft line through the power take-in/power take-off at 1400kW. This arrangement

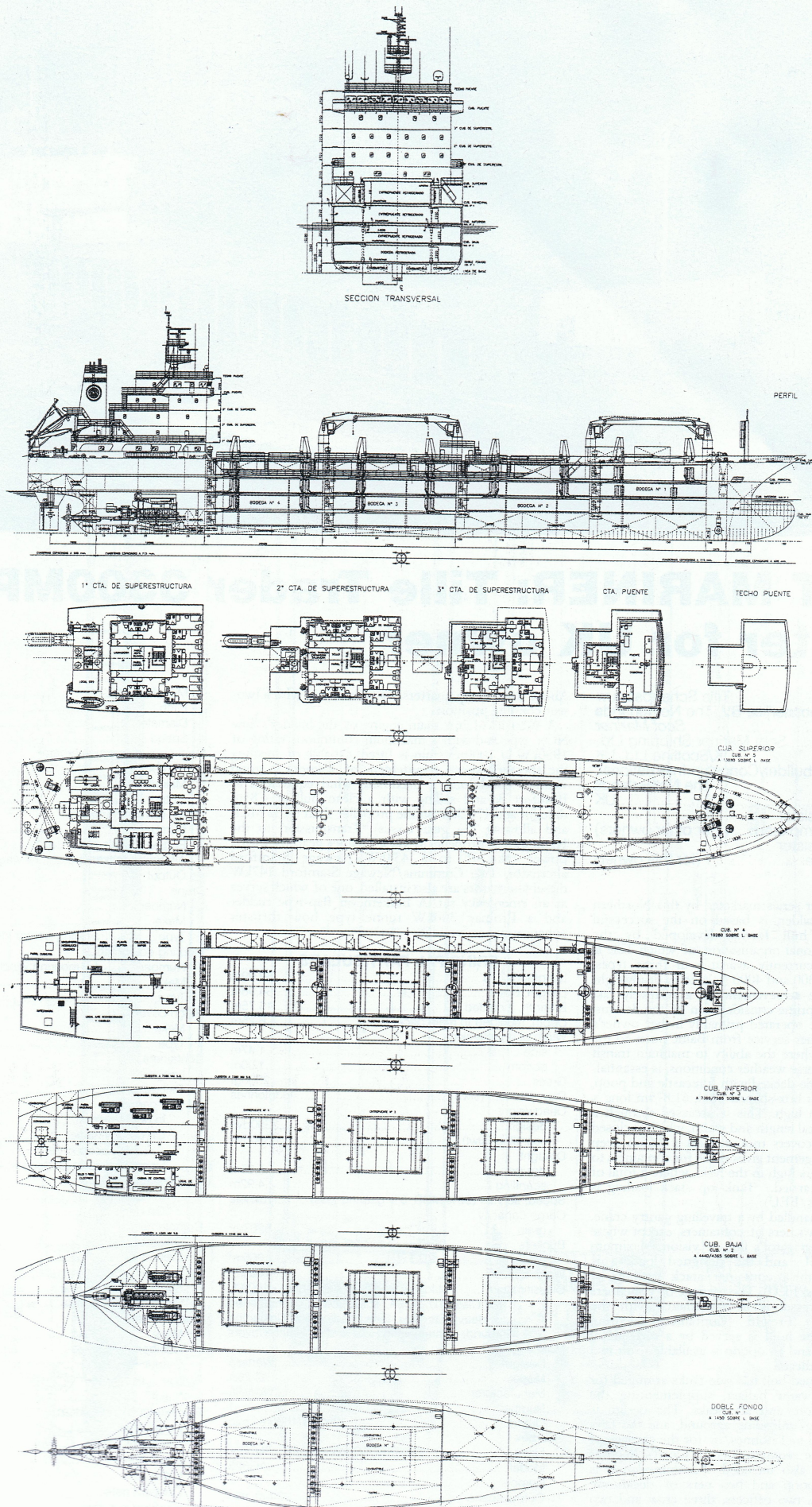
enables *Salica Frigo* to be brought into port at reduced speed in an emergency.

The main engine is a Wärtsilä 6L46C unit developing 6300kW at 500rev/min and coupled through a reduction gearbox to a CP propeller running at 132rev/min. The electrical generating plant, which also forms part of the alternative propulsion arrangements, consists of an Indar 1500kW alternator driven from the gearbox, and two Wärtsilä/Indar 990kW diesel-alternator sets. A hydraulically controlled 370kW CP thruster is fitted forward and the underhung rudder is of the Becker flap-type.

PRINCIPAL PARTICULARS

Length, oa.....132.90m
 Length, bp.....120.00m
 Breadth, moulded.....18.80m
 Depth, moulded
 to upper deck (trunk top).....13.08m
 to main deck.....10.28m
 to second deck.....7.36m/7.59m
 Gross.....
 Deadweight, design.....6150dwt
 Draught, design.....7.50m
 Speed, service, 90% MCR.....17knots
 Cargo capacity
 refrigerated.....8800m³
 Bunkers
 diesel oil.....1660m³
 Water ballast.....1200m³
 Classification.....Bureau Veritas 1 3/3+E, Refrigerated
 Cargo Carrier, AUT-MS, Deep Sea, RMC Freezing
 Percentage of high-tensile steel used in construction.....Nil
 Main engine
 Design.....Wärtsilä
 Model.....6L46C
 Manufacturer.....Wärtsilä
 Number.....1
 Output.....6300kW/500rev/min
 Gearbox
 Make.....Wärtsilä
 Model.....SCV 95
 Number.....1
 Output speed.....132rev/min
 Propeller
 Material.....Hub: stainless steel
 Blades.....Nickel-aluminium-bronze
 Manufacturer.....Wärtsilä
 Number.....1
 Pitch.....Controllable
 Diameter.....4500mm
 Speed.....132rev/min
 Main engine-driven alternator
 Number.....1
 Make/type.....Indar/LCB-560-M/6
 Output
 as PTO.....1500kW

as PTI.....1400kW
 Diesel-driven alternators
 Number.....2
 Engine make/type.....Wärtsilä/6L20
 Alternator make/type.....Indar/
 Output.....2 x 990kW/1000rev/min
 Boiler
 Number.....1
 Type.....
 Make.....Ferrol
 Output.....3000kW
 Cargo cranes
 Number.....4
 Make/type.....Marco-Technicas/hydraulic
 Capacity.....6000kg at 18m radius/60m/min
 Mooring equipment
 Number.....2 x mooring winch/windlass
 2 x mooring winch
 Make.....Marco-Technicas
 Type.....Hydraulic
 Hatch covers
 Make.....
 Type.....Hydraulic folding-pairs
 on all decks
 Containers
 Length.....20ft
 Position.....Main deck and upper deck
 Total TEU capacity.....18
 Complement
 Officers.....6
 Crew.....19
 Cabin.....25 single
 Special rudder.....Becker flap-type
 Bow thruster
 Make.....Balino-Kamewa
 Number.....1
 Output.....370kW/1200rev/min
 Bridge control system
 Make.....Nautical-Furuno
 One man operation.....No
 Fire detection system
 Make.....RMI (Thorn)
 Fire extinguishing systems
 Holds and engineroom.....CO₂
 Make.....Iturri
 Radars
 Number.....2
 Make.....Furuno
 Models.....1 x X-band ARPA
 1 x S-band ARPA
 Waste disposal plant
 Sewage plant
 Number.....1
 Make.....Facet
 Model.....STP-2
 Contract date.....August 2000
 Launch/floatout date.....22 August 2001
 Delivery date.....November 2001



Anexo II. Predicción de potencia preliminar

SHIPSHAPE - VERSION 4.1 / 2000, DATE : 2014-03-18
PAGE

Id. text : END

=====

RESISTANCE and PROPULSION

=====

SEPARATE RUN (without hull from file).

Resistance method : Holtrop 1984
Propulsion method : Holtrop 1984
Propeller method : Wageningen B-screw series

GEOMETRY OF HULL

Length in waterline	Lwl :	131.074 (m)
Breadth in waterline	B :	20.000 (m)
Draught (at midship)	T :	7.071 (m)
Trim (+ = aft)	Trim :	0.000 (m)
Rake of keel (between perpendes) ..	RKeel :	0.000 (m)
Displacement	Displ :	11211.000
(tonnes)		
Water density	Salt :	1.025
(tonnes/m3)		
Skin factor	Skin :	0.50 (%)
Midship coeffisient	Cm :	0.9750 (-)
Block coeff. related to Lwl	Cbwl :	0.5871 (-)
Prismatic coeff. related to Lwl ...	Cpwl :	0.6022 (-)
Lcb related to Lwl (- = aft)	Lcbwl :	-2.00 (%)
Waterplane area coeff. rel. to Lwl	Cwwl :	0.7211 (-)
Afterbody fillness factor	Cstern :	-2.0 (-)
Wetted surface of hull	WSurf :	3099.789 (m2)
Section area of bulb	Abt :	12.000 (m2)
Bulb area center above baseline ...	vcBA :	4.500 (m)
Submerged part of transom stern	At :	0.000 (m2)
Half angle of entrance	HAFor :	7.0
(degr.)		
Appendage allowance	AppAll :	2.00 (%)

SHIPSHAPE - VERSION 4.1 / 2000, DATE : 2014-03-18
PAGE

Id. text : END

=====

RESISTANCE and PROPULSION

=====

SEPARATE RUN (without hull from file).

Resistance method : Holtrop 1984
Propulsion method : Holtrop 1984
Propeller method : Wageningen B-screw series

CALCULATION FOR SERVICE SPEED

Service speed	V :	17.00
(knots)		
Service allowance	SerAll :	15.00 (%)
Number of propellers	NProp :	1 (-)
Number of propeller blades	Z :	4 (-)
Thrust intensive propeller ?	CavSaf :	Yes
Vertical center propeller shaft ...	vcPS :	2.500 (m)
Max. propeller diameter	DPMax :	4.500 (m)
Towing resistance	Rtot :	365.487 (kN)
Effective power	Pe :	3196.39 (kW)
	... PeH :	4345.87 (HP)
Wake fraction	w :	0.24249 (-)
Thrust deduction	TD :	0.18699 (-)
Hull efficiency	Eh :	1.07326 (-)
Relative rotative efficiency	Er :	0.98904 (-)
Thrust power	Pt :	3011.20 (kW)
	... PtH :	4094.09 (HP)
Propeller diameter	DProp :	4.500 (m)
Blade area ratio	BAR :	0.867 (-)
Pitch ratio	PR :	0.990 (-)
Revolutions per minute	RPM :	138 (-)
Propeller efficiency	Ep :	0.60355 (-)
Propulsive efficiency	Ed :	0.64067 (-)
Shaft power	Ps :	5737.50 (kW)
	... PsH :	7800.83 (HP)

SHIPSHAPE - VERSION 4.1 / 2000, DATE : 2014-03-18
PAGE

Id. text : END

=====

RESISTANCE and PROPULSION

=====

SEPARATE RUN (without hull from file).

Resistance method : Holtrop 1984

Propulsion method : Holtrop 1984

Propeller method : Wageningen B-screw series

CALCULATION FOR SPEED RANGE

Variable pitch? Yes

Prop. diameter 4.500 (m)

Variable RPM ? No

Blade area rat. 0.867 (-)

RPM	Speed		Wake	Thrust	Rel.rot.	Eff. power		Shaft power	
	Pitch	(Knots)				(kW)	(HP)	(kW)	(HP)
	ratio		frac.	ded.	eff.				
		15.00	0.243	0.187	0.989	2096	2850	3826	5202
138	0.829								
		16.00	0.243	0.187	0.989	2594	3527	4665	6343
138	0.907								
		17.00	0.242	0.187	0.989	3196	4346	5737	7800
138	0.993								
		18.00	0.242	0.187	0.989	3944	5363	7150	9721
138	1.090								
		19.00	0.242	0.187	0.989	4850	6595	8963	12186
138	1.198								
		20.00	0.242	0.187	0.989	5865	7974	11067	15047
138	1.310								

Anexo III – Cálculo preliminar del francobordo

INTERNATIONAL CONVENTION ON LOAD LINES 1966/1988

Moulded Breadth (B) 20 m
Least Moulded Depth 13,5 m
85% Least Moulded Depth 11,475 m
Freeboard deck thickness at side 10 mm
Freeboard Depth (D) 13,51 m

Lenght of the waterline at 11,475 m of depth 135,139 m
Lenght betw. Perp. at 11,475 m of depth 131,007 m

Freeboard Lenght (L) 131,007 m

Volume without appendages at 11,475 m of depth 20043,068 m³

Block coefficient 0,6666

Recess in freeboard deck, side to side, of 0 m < 1m
Upper line of the exposed deck is the freeboard deck

R-27 Types of ships Applicable

Type of ship (A,B,Br,B60) B

R-28 Tabular Freeboard Applicable

Table	
L	freeboard
131	1921
132	1940

L	freeboard
131,007	1922

R-28 1922

R-29 Correction for ships under 100 m in lenght Not Applicable

Effective lenght of superstructure (E) 36 m
Lenght of trunks 0 m
Effective lenght of superstructure (E1) 36 m

R-29

R-30 Correction for block coefficient Not Applicable

R-28	1922
R-29	
freeboard	1922

Factor 1

R-30

R-31 Correction for depth Applicable

Enclosed superstructure lenght m <0.6*L
Height of superstructure m
Standard Height 2,3 m

R 250 Standard Height correction 0
Correction 1195

R-31 1195

R-32 Correction for position of deck line Not Applicable

R-32

R-32.1 Correction for recess in freeboard deck (not side to side) Not Applicable

Volume of the recess m³

Waterplane area at 11,475 m draft

m²

R-32.1

R-33 Standard height of superstructure (in m)

Applicable

Raised quarterdeck	All Other superstructures
1,8	2,3

R-34/35 Effective length of superstructure (in m)

Applicable

Superstructure	Length (S)	Sup. br. (b)	Ship br. (Bs)	Height	Effective Length (E)
Castillo	36,000	20,000	20,000	3,000	36,000
center					
Poop	0,000	17,896	17,896	0,000	0,000

Raised quarterdeck	Length (S)	Sup. br. (b)	Ship br. (Bs)	Height	Effective Length (E)

R-36 Effective length of trunks (in m)

Applicable

Trunk	Length (S)	Sup. br. (b)	Ship br. (Bs)	Height	Effective Length (E)
Centre	0,000	12,560	18,800	2,800	0,000

R-37 Deduction for superstructures and trunks

Applicable

Length of Superstructure 36 m
 Length of Trunks 0 m
 Effective Length (E) 36 m
 Effective Length (E) 0,27479 *L
 Deduction for 1L 1070 mm

Table 37.1	
E	%
0,2	14
0,27479	19,236
0,3	21

R-37 -206

R-38 Sheer

Applicable

Standard Sheer Profile			
Station	Ordinate	Factor	Product
After perpendicular	1342	1	1342
1/6 L from A.P.	596	3	1788
1/3 L from A.P.	150	3	450
Amidships	0	1	0
Amidships	0	1	0
1/3 L from A.P.	301	3	903
1/6 L from A.P.	1191	3	3573
Forward perpendicular	2683	1	2683
After Sheer			3580
Forward Sheer			7159

Sheer Profile					
Station	Ordinate	Sum for Le=L	Total	Factor	Product

After perpendicular	0	0	0	1	0	
1/6 L from A.P.	0	0	0	3	0	
1/3 L from A.P.	0	0	0	3	0	
Amidships	0	0	0	1	0	After Sheer 0
Amidships	0	0	0	1	0	
1/3 L from F.P.	0	0	0	3	0	
1/6 L from F.P.	0	0	0	3	0	
Forward perpendicular	0	0	0	1	0	Forward Sheer 0

Forward and After corrections for Sheer be allowed

Corrected After Product Difference -3580
Corrected Forward Product Difference -7159

Sheer credit for poop or forecastle

	Real	Standard	Difference	s
Forecastle	3000	2300	700	64
Poop	0	2300	-2300	0

After Sheer variation -447
Forward Sheer variation -830
Sheer variation -638

Total length of enclosed superstructures (S1) 36,000 m
Extension in midships of superstructures (over L) 0 *L

Factor 0,6126 Correction 391 mm

Freeboard correction 391 mm

R-38 391

R-39.1 Minimum bow height *Applicable*

Waterplane area forward of L/2 at draught d1 (Awf) 1119,403 m2

L 131,007 d1 11,475
B 20 Cb 0,6666
Cwf 0,8545

Minimum bow height (Fb) 5030 mm

Bow depth corrected for R39 16,510 m
Minimum bow height freeboard 2030 mm
Salt water freeboard 3302 mm

R-39.1 0

R-39.2 Reserve of buoyancy *Applicable*

F0 1922 mm
f1 1
f2 1195 mm
fmin 3117 mm

Minimum projected area 89,38 m2
Actual projected area 98,75 m2
Freeboard correction 0 mm

R-39.2 0

R-40 Minimum freeboards *Applicable*

Minimum freeboard without R-32 50 mm

R-28 1922 mm Freeboard in Salt Water 3302 mm

R-29	mm
R-30	mm
R-31	1195 mm
R-32.1	mm
R-37	-206 mm
R-38	391 mm
Sum	3302 mm

R-39.1	0 mm
R-39.2	0 mm
Sum	3302 mm

R-32	0 mm
------	------

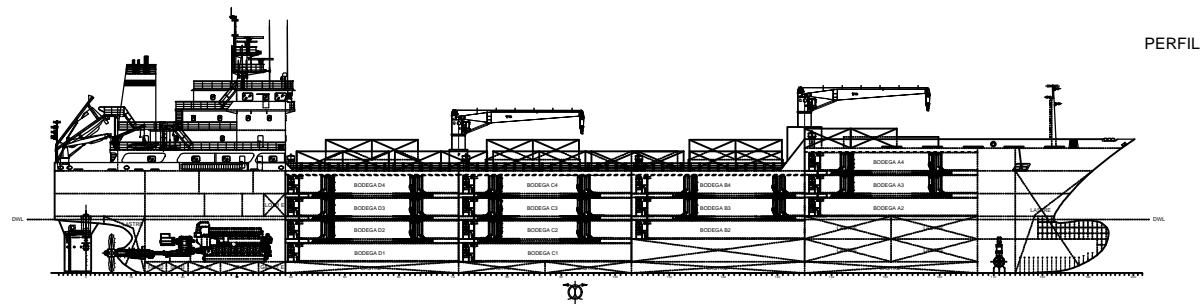
Displacement at 9,5 m	16247 ton
TPCM at 9,5 m	21,5 ton/cm

<i>Minimun Summer Freeboard</i>	<i>3302 mm</i>
<i>Maximun Summer Draught</i>	<i>10208 mm</i>

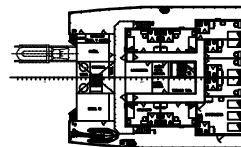
Maximun Scantling Draught	9500 mm
Maximun Stability Draught	9500 mm

<i>Summer Freeboard</i>	<i>4010 mm</i>
<i>Summer Draught</i>	<i>9500 mm</i>
<i>Tropical Freeboard</i>	<i>4010 mm</i>
<i>Winter Freeboard</i>	<i>4208 mm</i>
<i>Winter N. Atlantic Freeboard</i>	<i>4208 mm</i>
<i>Fresh Water</i>	<i>3284 mm</i>

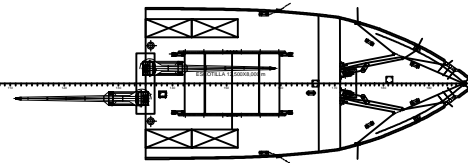
Anexo IV – Disposición general



1ª CUBTA. DE SUPERESTR.
16200 mm. sobre LB



CUBIERTA CASTILLO
16500 mm. sobre LB



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

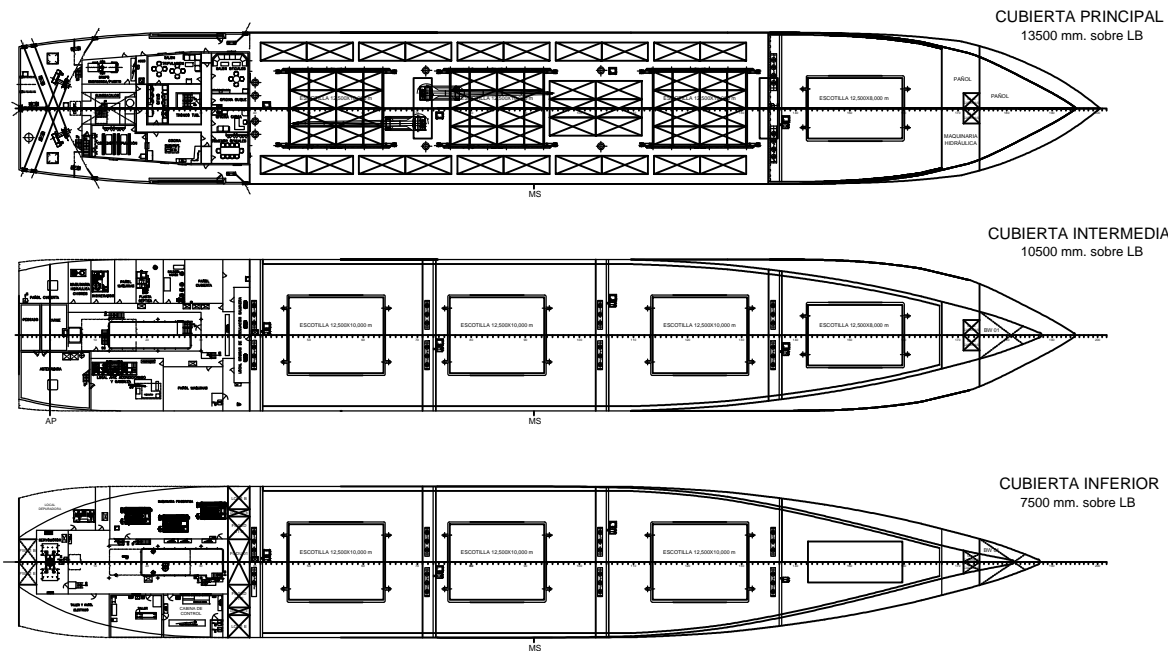
Gabriel Pérez López

DISPOSICIÓN GENERAL

FERROL,
Abril de 2014

ESCALA
1:1000

PLANO 01/04



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

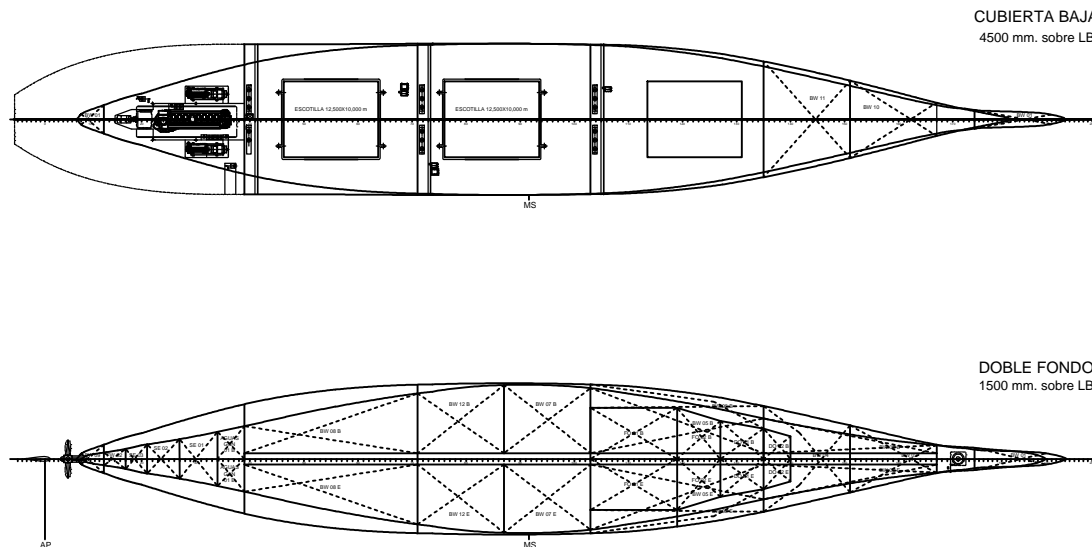
Gabriel Pérez López

DISPOSICIÓN GENERAL

FERROL,
Abril de 2014

ESCALA
1:1000

PLANO 02/04



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

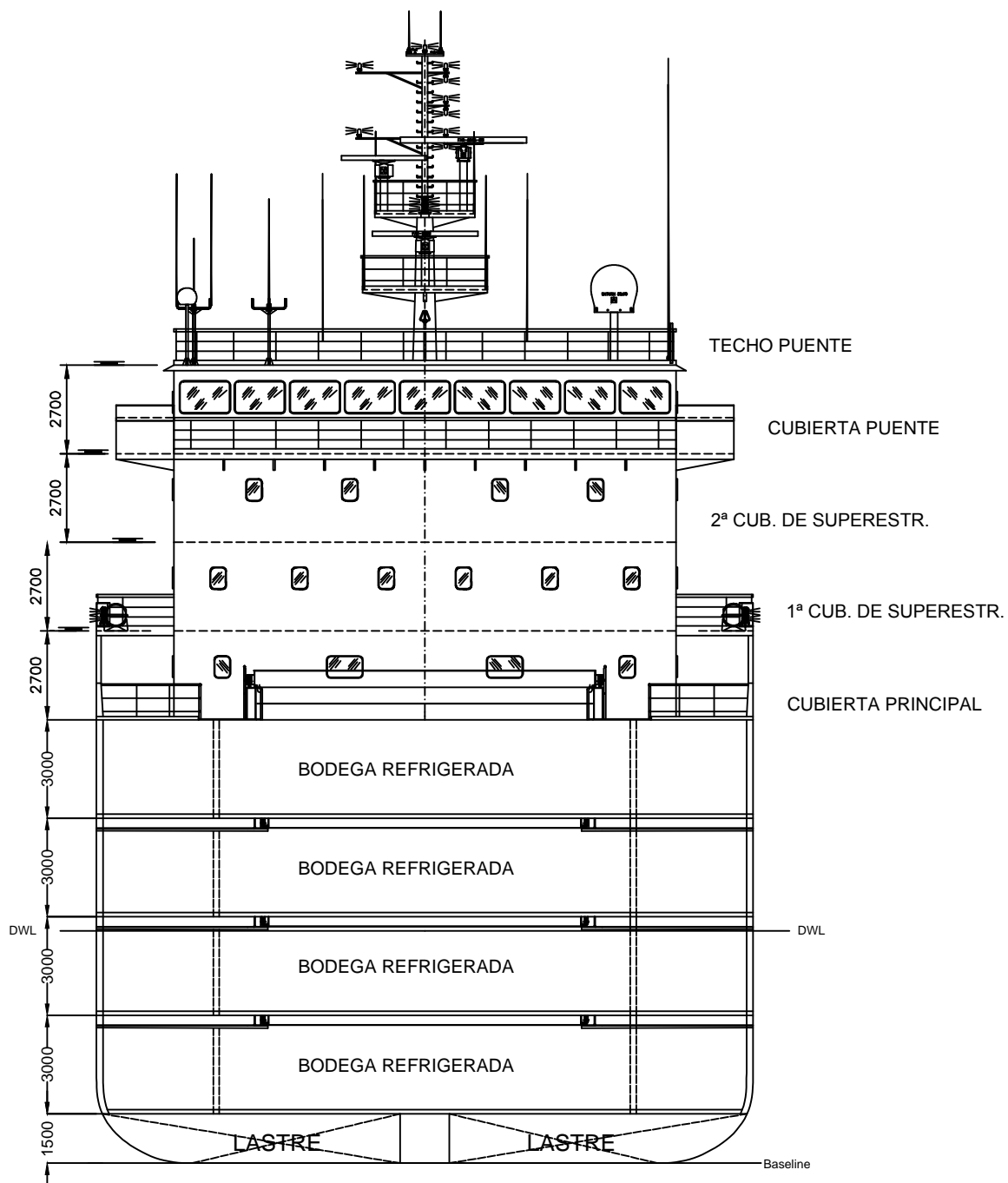
Gabriel Pérez López

DISPOSICIÓN GENERAL

FERROL,
Abril de 2014

ESCALA
1:1000

PLANO 03/04



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

Gabriel Pérez López

SECCIÓN TRANSVERSAL

FERROL,
 Junio de 2014

ESCALA
 1:200

PLANO 04/04

Anexo V - Base de datos de buques

Nombre	Año	L _{PP} (m)	B (m)	D _{SUP} (m)	T _{MÁX} (m)	Capacidad (ft ³)	L _{pp} /B	B/D	D/T	L/D	GT	NT	Peso muerto	k = LBD/Vol (ft ³)	v _{MÁX} (nudos)	Pot. MP (kW)	Cubiertas	Bodegas
Suah	1990	112,900	16,600	10,000	7,114	236.994,584	6,801	1,660	1,406	11,290	4.444	2.422	5.591	0,079	19,20	4.120	3	3
Sierra Leyre	1997	108,500	17,500	9,750	6,700	262.210,000	6,200	1,795	1,455	11,128	5.100	2.314	5.972	0,071	16,00	4.900	3	4
Frio Atlantic I	1995	120,000	18,000	10,700	7,277	269.448,469	6,667	1,682	1,470	11,215	6.964	2.640	6.685	0,086	16,50	5.119	3	4
Cape Vincente	1991	111,180	18,550	10,160	7,908	300.101,322	5,994	1,826	1,285	10,943	6.419	3.588	6.494	0,070	17,60	6.656	4	4
Salica Frigo	2001	120,000	18,800	13,080	8,080	321.749,017	6,383	1,437	1,619	9,174	7.207	2.441	7.748	0,092	17,00	6.304	4	4
Frio Kyknos	1993	116,000	19,000	10,300	7,766	347.104,719	6,105	1,845	1,326	11,262	6.082	4.061	7.197	0,065	21,40	7.060	3	---
Prince of Seas	1993	120,000	19,000	10,100	7,760	371.412,000	6,316	1,881	1,302	11,881	6.363	4.297	6.849	0,062	20,30	7.060	3	4
Asian Cosmos	1998	120,000	19,500	12,800	8,216	373.802,365	6,154	1,523	1,558	9,375	6.971	3.230	8.035	0,080	20,10	7.060	4	4
Green Italia	1994	121,000	19,630	12,850	8,860	377.100,000	6,164	1,528	1,450	9,416	7.743	3.726	7.721	0,081	19,00	8.100	4	3
Valparaiso Star	1989	130,000	22,310	12,760	9,214	378.075,401	5,827	1,748	1,385	10,188	8.945	4.306	9.867	0,098	20,00	9.746	4	4
Nagato Reefer	2000	127,000	20,600	10,200	7,515	404.031,446	6,165	2,020	1,357	12,451	7.367	4.765	8.105	0,066	20,80	7.060	3	4
Chilean Reefer	1992	130,000	19,700	13,000	9,700	424.301,882	6,599	1,515	1,340	10,000	7.944	4.632	11.095	0,078	21,50	11.926	4	4
Prince of Stream	1993	127,400	20,200	10,500	7,766	428.610,232	6,307	1,924	1,352	12,133	7.533	5.330	8.383	0,063	18,00	7.061	3	4
Pacific Violet	1999	128,000	21,400	13,000	8,268	449.269,125	5,981	1,646	1,572	9,846	7.959	3.768	8.076	0,079	21,80	8.252	---	4

Cold Stream	1994	129,750	22,000	13,400	9,310	450.081,355	5,898	1,642	1,439	9,683	8.414	4.542	10.086	0,085	21,00	11.010	4	4
Frio Hellenic	1999	135,800	21,600	13,100	9,500	458.168,341	6,287	1,649	1,379	10,366	9.997	5.567	11.070	0,084	20,00	11.520	4	4
Aconcagua Bay	1992	140,440	20,600	12,800	9,410	512.355,734	6,817	1,609	1,360	10,972	9.074	5.844	11.581	0,072	17,40	7.060	4	4
Cape Town Star	1993	138,500	22,600	13,250	9,100	514.106,266	6,128	1,706	1,456	10,453	10.614	5.017	10.629	0,081	21,00	11.400	4	4
Agulhas Stream	1998	138,500	22,000	13,300	9,250	524.064,912	6,295	1,654	1,438	10,414	9.298	4.983	11.048	0,077	22,00	12.620	4	4
Caribbean Mermaid	1993	133,000	22,800	13,010	8,800	540.132,940	5,833	1,752	1,478	10,223	9.829	3.538	10.464	0,073	19,50	9.170	4	4
Emerald	2000	139,400	23,000	13,000	9,670	548.467,126	6,061	1,769	1,344	10,723	10.532	5.406	12.734	0,076	21,00	11.916	4	4
Royal Klipper	2000	145,090	24,000	13,800	10,120	580.754,000	6,045	1,739	1,364	10,514	11.382	6.408	12.902	0,083	22,53	12.621	4	4
Lady Racisce	2000	146,000	23,400	13,200	9,520	590.227,000	6,239	1,773	1,387	11,061	11.443	6.336	12.912	0,076	21,50	13.440	4	4
Luzon Strait	2002	156,170	25,000	13,400	10,020	626.011,000	6,247	1,866	1,337	11,654	14.413	7.536	15.917	0,084	21,00	15.785	4	4
Atlantic Klipper	2011	153,500	25,000	14,000	10,320	638.197,704	6,140	1,786	1,357	10,964	14.091	7.603	15.692	0,084	23,20	14.280	4	4

1 LR Number	2 SHIP'S NAME	3 TONNAGE	4 CLASSIFICATION	5 HULL	6 SHIP TYPE/CARGO FACILITIES	7 MACHINERY
Call sign	Former names	Gross Net *Deadwt	Hull Special Survey	Date of build	Shipbuilders - Place of build Yard Number	Propulsion Ship type Shelter deck Passengers
Official No	Owners		Machinery	Length overall (m)	Breadth extreme (m)	Ro-Ro facilities
Fishing No	Managers			Length B.P. (m)	Breadth moulded (m)	Holds & lengths (m)/Cargo tanks & types
Navigational aides	Port of Registry	Flag	Refrigerated cargo installation	Superstructures (m)	Decks	Grain/Liquid (m³) Bale (m³) Insulated spaces (m³) Heating coils
	SatCom Id	Gross Net *Deadwt (tonnes)	Equipment Letter	Riveted/Welded	Rise of floor (mm)	Containers & lengths (ft)
		T/cm	Fee Numeral	Additional tanker dimensions	Keel (mm) Alterations	Hatchways & sizes (m)
					Conversions	Winches Cargo handling gear (SWL tonnes)
						Cargo discharge pumps
						Design No. & Type of engines Bore x stroke (mm)
						Power
						Enginebuilders Where manufactured
						Boilers Pressures Heating surface Furnaces
						Aux. electrical generating plant & output
						Special propellers
						Fuel bunkers (tonnes) Speed
9081631 3FNK5 -	FRIO ATLANTIC I Pareefers KS Laskaridis Shipping Co Ltd Panama MMSI: 355690000 Official No: 2269496C	6,964 2,640 6,685	Class: GL	1995-10 DP Sudnobudivnyi Zavod im. "61 Kommunara" — Mykolayiv Yd No: 1143 Loa 133.95 (BB) Br ex - Dght 7.277 Lbp 120.00 Br md 18.00 Dpth 10.70 Welded, 3 dks	(A34A2GR) Refrigerated Cargo Ship Ins.: 7,630 TEU 106 C. 106/20' Compartments: 4 Ho, ER 4 Ha: 4(6.5 x 7.8) ER Derricks: 8x5t Ice Capable	1 oil engine driving 1 FP propeller Total Power: 5,119kW(6,960hp) 16.5kn B&W 6L42MC 1 x 2 Stroke 6 Cy. 420 x 1,360 AO Bryanskiy Mashinostroitelnyy Zavod (BMZ)-Bryansk
8713506 A00K3	VALPARAISO STAR ex Harvester -2004 ex Del Monte Harvester -1999 Star Reefers Shipowning Inc Fleet Management Ltd Monrovia MMSI: 636013072 Official No: 13072	8,945 4,306 9,867 T/cm 24.0	Class: NV (AB)	1989-10 Astilleros Espanoles, S.A. (AES) — Sevilla Yd No: 271 Loa 141.00 (BB) Br ex 22.33 Dght 9.214 Lbp 130.00 Br md 22.31 Dpth 12.76 Welded, 4 dks	(A34A2GR) Refrigerated Cargo Ship Palletised Ins.: 10,706 TEU 248 C.Ho 72/20' & 30/40' C.Dk 24/20' & 46/40' incl. ref C. Compartments: 4 Ho, ER, 12 TwDk 4 Ha: 4(8.7 x 6.1) ER Cranes: 4x19t	1 oil engine driving 1 FP propeller Total Power: 9,746kW(13,251hp) 20.0kn B&W 6L60MC 1 x 2 Stroke 6 Cy. 600 x 1,944 Ast. Espanoles S.A. -Manises Works, Valencia AuxGen: 3 x 928kW a.c., 1 x 120kW a.c.
8917546 OYIE2 -	CHILEAN REEFER ex Carelian Reefer -1997 Berkley Navigation Corp NYK Cool AB Esbjerg MMSI: 219126000 Official No: D3722	7,944 4,632 11,095 T/cm 22.5	Class: BV (LR) *Classed LR until 9/7/04	1992-09 Tangen Verft AS — Kragero (Hull launched by) Yd No: 101 1992-09 Langsten Slip & Baatbyggeri AS — Tomrefjord (Hull completed by) Yd No: 153 1992-09 Kvaerner Kleven Ulsteinvik AS — Ulsteinvik Yd No: 244 Loa 140.50 (BB) Br ex 19.73 Dght 9.615 Lbp 130.00 Br md 19.70 Dpth 13.00 Welded, 1 dk, 2nd & 3rd dks in Nos. 1 to 4 holds, 4th dk in Nos. 2 to 4 holds	(A34A2GR) Refrigerated Cargo Ship Ins.: 12,015 TEU 204 C.Ho 108/20' (40') C.Dk 96/20' (40') incl. 42 ref C. Compartments: 4 Ho, ER, 11 TwDk 4 Ha: (12.6 x 5.4) 3(12.6 x 10.6) ER Cranes: 4x8t	1 oil engine with flexible couplings & sr geared to sc. shaft driving 1 Directional propeller Contr. pitch Total Power: 11,926kW(16,215hp) 22.3kn MAN 9L58/64 1 x 4 Stroke 9 Cy. 580 x 640 MAN B&W Diesel AG -Augsburg AuxGen: 1 x 1,800kW 450V 60Hz, 4 x 650kW 450V 60Hz Boilers: TOH (o.f.) 10.2kgf/cm² (10.0bar) TOH (ex.g.) 10.2kgf/cm² (10.0bar) Thrusters: 1 Thwart. CP thruster (f) Fuel: 196.0(d.o.) 1710.0(hvf)
9019119 C6R07 -	CAPE TOWN STAR ex Caribbean Reef -2003 ex Hornbreeze -1998 ex Geestcrest -1995 ex Hornbreeze -1995 ex Caribbean Universal -1994 Star Reefers Shipowning S Inc Star Reefers UK Ltd Nassau MMSI: 311127000 Official No: 8000257	10,614 5,017 10,629 T/cm 25.4	Class: NV (LR) *Classed LR until 29/4/02	1993-01 Stocznia Gdanska SA — Gdansk Yd No: B369/101 Loa 150.35 (BB) Br ex 22.64 Dght 9.100 Lbp 138.50 Br md 22.60 Dpth 13.25 Welded, 1dk, 2nd dk in all holds, 3rd & 4thdk in Nos. 2, 3 & 4 holds	(A34A2GR) Refrigerated Cargo Ship Ins.: 14,558 TEU 178 C.Ho 84/20' C.Dk 94/20' incl. 47 ref C. Compartments: 4 Ho, ER, 1 Tw Dk in Fsl, 10 TwDk 4 Ha: 4(13.0 x 9.1) ER Cranes: 4x8t	1 oil engine driving 1 FP propeller Total Power: 11,400kW(15,499hp) 21.0kn Sulzer 6RTA62 1 x 2 Stroke 6 Cy. 620 x 2,150 Dieselmotorenwerk Rostock GmbH -Rostock AuxGen: 3 x 1,000kW 440V 60Hz Fuel: 106.2(d.o.) 1090.0(hvf) 57.4pd

Classification No. : **902885**
IMO No. : **9000376**
Official No. : **43379-12-A**
Signal Letters : **HOZZ**
Flag : **Panamanian**
Port of Registry : **Panama**
Ship's Name : **SUAH**
Former Name 1 : **ASTRA**
2 : **FRIO OLYMPIC**
3 : **REEFER PEGASUS**

Registered Owner 1 : **NOK CO., LTD. S.A.**

Management Company 1 : **KHANA MARINE LTD.**

[Classification Characters, Notations](#) : **NS***
MNS*

Descriptive Notes : --

[Installation Characters](#) : **RMC*(-30/32 eqF for ACh), CHG, MPP, LSA, RCF, AFS.C**

Installation Descriptive Notes

[Special Description](#) : --

[Other Classification](#) : --

Type of Ship -Purpose(intended service) : **REF. CARGO CARRIER**

- Certificates - SC/SE/SF : **Other cargo ship**

- OPP : **Other than Oil Tanker**

- EE : **Refrigerated cargo carrier**

- SMC/ISSC : **Other cargo ship**

Tonnage Gross (Registered) : **4,444**

Tonnage Net (Registered) : **2,422**

Tonnage Gross (Local) : --

Tonnage Net (Local) : --

Tonnage Gross (TM69) : **4,444**

Tonnage Net (TM69) : **2,422**

Deadweight : **5,591**

Summer Freeboard (mm) : **2,913**

Summer Draught (m) : **7.114**

Lf (m) : **113.340**

Continuous Max. Speed (kt)
(Sea Trial) : **19.2**

Equipment No. : **886**

Overall Length (m) : **120.700**

Moulded LxBxD (m) : **112.900 x 16.600 x 10.000**

Registered LxBxD (m) : **113.340 x 16.600 x 10.000**

[Cargo Capacity](#)
(m3 / No. of Containers, etc.) : **B 6,711 REF 6,711**

No. of Passengers : --

[Capacity of Tanks \(m3\)](#) : **FO 888 FW 205 WB 246**

[Lifeboats Type, No. & Person](#) : **3 2x(25)**

[Rescue Boats Type, No. & Person](#) : **1x(6) (at combined use for lifeboat)**

[Liferafts Type, No. & Person](#) : **1 2x(25)**

[Radio Installations](#) : **GMDSS A1+A2+A3, SSAS**

[Navigation Equipment](#) : **MC, GYRO, HCS, GPS, RDX, 2RDX, ARPA, AIS, LOG, ES,
STGTEL, DSL, LRIT, BNWAS, S-VDR**

[No. & Kind of Engines](#) : **1D : 2 SA 8 CY**

Bore x Stroke (mm) : **370.0 x 880.0**

Power (kW) : **4,120**

Revolution (rpm) : **210.0**

Manufacturer : **Kobe Diesel Co., Ltd. Nagasaki Works**

[No. & Kind of Boilers](#) : **1 AUX VB**

Pressure (MPa) : **0.69**

Evaporation : **1.89 (ton/h)**

Manufacturer : **Tortoise Engineering Co., Ltd.**

***Evaporation rate: Thermal output (kW) to be filled up in case
of TOH.**

No. & Capacity of Generators (kVA) : **4 AC 1,530**

[Kind of Propeller Shaft](#) : **1B**

No. & Shaft Diameter (mm) : **1 x 330**

Shipbuilder : **Kyokuyo Shipyard Corporation**

Hull No. : **363**

Date of Keel Lay : **26 Jun 1990**

Date of Launch : **17 Sep 1990**

Date of Build : **06 Dec 1990**

Date of Conversion : **--**

[Top of Page](#)

SIERRA LEYRE

260,050 cbft + 2,160 cbft in Reefer Locker / 2,925.00 sqm



General

Built	June-1997	International	GT	NT
Flag	Dutch	Panama	5,100.00	2,314.00
Port of Registry	Groningen	Suez		4,383.00
Callsign	PCPM			4,398.84
IMO/Lloyds nr	9135822		Draft	DWAT
Length over all [m]	117.27	Tropical		
Beam [m]	17.50	Summer	6.70	5,972
Depth [m]	9.75	Winter		
Bowthruster(s)	1			

Reefer

Holds	4
Hatches	4
Compartments	12
Minimum Deckheight [m]	2.20
Allowable weight of forklift including cargo	maximum 5 mt (Forklift to be equipped with minimum 4 airtyres)
Temperature zones	5
Independent cooling sections	1 ABC, 2 ABC, 3 ABC, 4 AB/C
Temperature range [dC]	-25/+12
Air circulations [/hr]	90
Air renewals [/hr]	2
USDA equipped	Yes, certificate expired

Classification Details

Classification Society	Lloyd'S Register (LR)
Classification	+100A1
Machinery Notation	+LMC, UMS, +Lloyds RMC

Equivalent Finnish/Swedish
Ice Strengthening

Reefer Compartment Capacity Breakdown

	Hold 1		Hold 2		Hold 3		Hold 4		Total	
	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm
A	19,720	203.00	25,540	273.00	25,880	277.00	25,170	268.00	96,310	1,021.00
B	16,070	183.00	22,350	260.00	22,960	267.00	21,760	252.00	83,140	962.00
C	13,580	155.00	21,900	254.00	23,280	270.00	21,840	263.00	80,600	942.00
Total	49,370	541.00	69,790	787.00	72,120	814.00	68,770	783.00	260,050	2,925.00

Reefer Lockers

Number	Cubic per locker	Total Cubic
1	2,160	2,160
Total		2,160

Reefer Lockers are not suitable for fruit cargoes

Hatch sizes

	Hold 1	Hold 2	Hold 3	Hold 4
	l x b	l x b	l x b	l x b
Weatherdeck	7.40 x 7.60	7.40 x 7.60	7.40 x 7.60	7.40 x 7.60
A	7.40 x 7.60	7.40 x 7.60	7.40 x 7.60	7.40 x 7.60
B	7.40 x 7.60	7.40 x 7.60	7.40 x 7.60	7.40 x 7.60

Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's	Max TEU's	Add. FEU's
<u>On Weather Deck and Hatches</u>					
Empty Positions	Standard	16	9	41	0
Max Stackweight	Standard	16	9	41	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	0	0	0	0
<u>Reefer Hold</u>					
Empty Positions	Standard	0	0	27	0
Max Stackweight	Standard	0	0	27	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	0	0	0	0

'Max Stackweight' and 'Max Stackweight - Selfsustained' are the number of laden containers that can be loaded basis the maximum stackweight, calculating 26 mt gross for a laden FEU and 14 mt gross for a laden TEU
Above figures are as per vessel's technical layout. Actual container intake is subject to master's approval and depending on stability, stackweight and visibility.

SIERRA LEYRE

260,050 cbft + 2,160 cbft in Reefer Locker / 2,925.00 sqm

Standard Voyage Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's
Standard Voyage	High Cube	16	9
Standard Voyage - Selfsustained	High Cube	0	0

'Standard Voyage' and 'Standard Voyage - Selfsustained' are the number of laden high cube (9'6") containers 26 mt gross that can be loaded on a voyage from Panama Canal to Rotterdam, with a full cargo of bananas in the holds and departing with full bunker tanks.

Reefer Plugs

Total Number of Reeferplugs 41

Cargo Gear

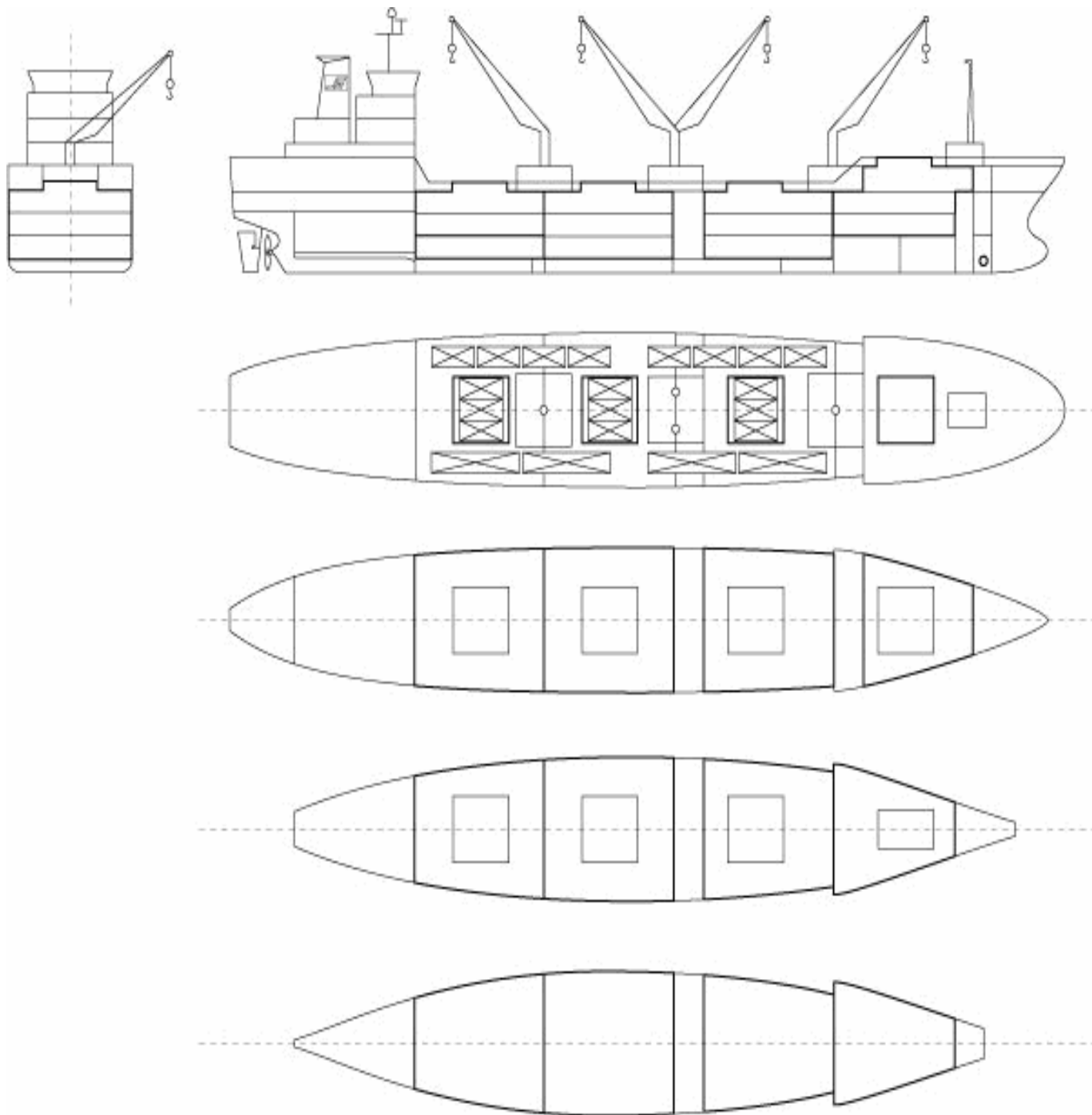
4 Cranes x 5.0 mt

Bunker Tank Capacities

	<u>Cbm (100%)</u>	<u>Cbm at max filling level*</u>	<u>mt**</u>
Bunkertanks dedicated for High Sulphur RMG380 (IFO380)	624	531	526
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur RMG380 (IFO380)	158	134	133
Overflow/Settling/Daytanks for RMG380 (IFO380)	52	40	40
Total bunker capacity for RMG380 (IFO380)	835	705	699
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur DMA (MGO)	913	772	663
Total bunker capacity for DMA (MGO)	913	772	663
<p>*) Vessel shall not mix bunkers from different bunkerings in 1 bunker tank. This may reduce the actual bunker capacity. **) Capacity in mt serve as indication only.</p>			

SIERRA LEYRE

260,050 cbft + 2,160 cbft in Reefer Locker / 2,925.00 sqm



C a p e - C l a s s

MV CAPE VINCENTE

300,124 cbft

3,441 m²

2,600 Pallets



MAIN PARTICULARS

Flag: Antigua/Barbuda
Callsign: V2.H.L
Lloyds No: 8911475

Built: 1991
DWAT: 6,794 mt
GT/NT: 6,419/3,588
Loa: 120.50 m
Beam: 18.55 m
Summer draught: 7.88 m

Holds/Hatches/Compartments: 4/4/15

Ventilation/Air changes: Vertical / 90
Different temps: 8/2 per hold

Derricks: 8 x 10 mt
or 4 x 5 mt up
Container capacity: 136 TEU
or 56 FEU + 24 TEU
Reefer plugs: 36

Speed banana laden: abt. 17 knots
Consumption main: abt. 24 mt IFO 380 RMG 35
Consumption aux: abt. 2.5-4.5 mt IFO 380 RMG 35

Tank capacity: 760 mt IFO 380 RMG 35
56 mt MDO DMB

Additional features: Bowthruster
8 Sideports

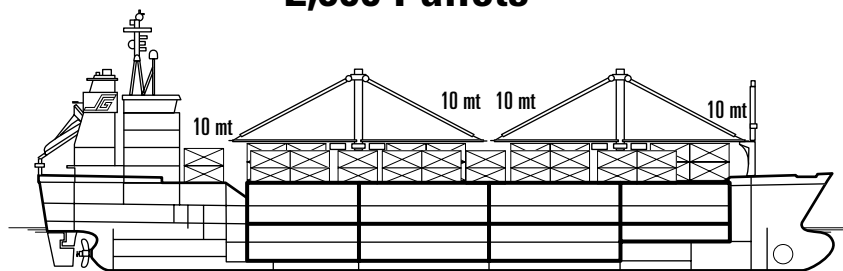
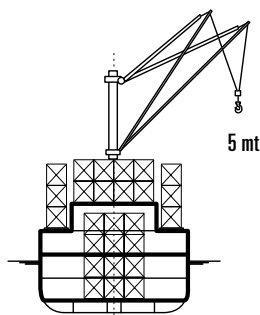


Seatrade
GROUP N.V.

300,124 cbft

3,441 m²

2,600 Pallets



Containers

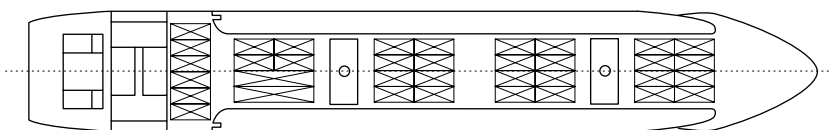
Deck Standard Height

	FEU	Add. TEU	TEU	Add. FEU
Empties	56	24	136	-
Laden*	30	24	116	-
Selfsustained*	-	-	-	-

Holds Standard Height

	FEU	Add. TEU	TEU	Add. FEU
Empties	41	-	84	-
Laden*	41	-	84	-
Selfsustained*	-	-	-	-

* Laden and selfsustained container intake is basis FEU's of 25 mt and TEU's of 14 mt. Actual container intake is subject to actual weight and stability.



Hatch sizes on weatherdeck

(meters)

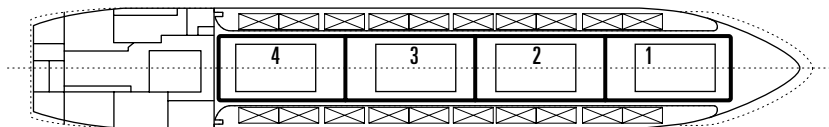
4 12.38 x 8.00 3 12.38 x 8.00 2 12.38 x 8.00 1 12.38 x 8.00

A Deck

cubic feet

square meters

Hold 1:	15,238	167
Hold 2:	15,414	169
Hold 3:	15,271	170
Hold 4:	15,292	167

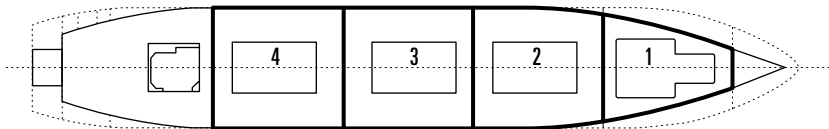


B Deck

cubic feet

square meters

Hold 1:	16,762	169
Hold 2:	25,127	299
Hold 3:	25,695	309
Hold 4:	25,235	309

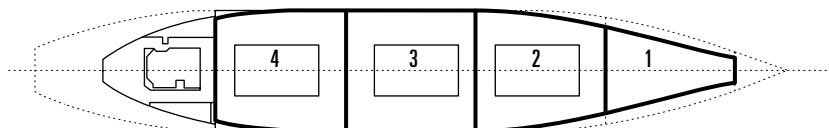


C Deck

cubic feet

square meters

Hold 1:	11,834	117
Hold 2:	22,947	272
Hold 3:	24,998	310
Hold 4:	24,754	301

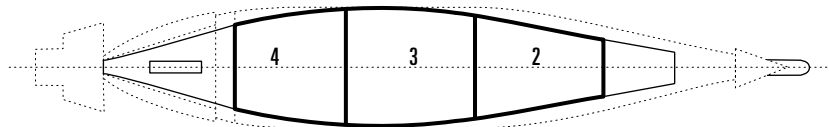


D Deck

cubic feet

square meters

Hold 2:	16,974	178
Hold 3:	22,920	266
Hold 4:	21,663	240



Seatrade

REEFER CHARTERING NV

General agent for Seatrade Group N.V.

Phone
E-mail
Website

(32) 3 544 9493
chartering@seatrade.com
www.seatrade.com






Scale: 1/1150

0904

[Access to Ships, Company, ...](#)

Login
Password OK
[Lost your password](#) [Become a member](#)

Identification Top	
Register Number:	01534U
IMO Number:	9238703
Ship Name:	SALICA FRIGO
Call Sign:	EBTL
Type & service:	Cargo ship
System Ship Type:	Other cargo ship
Owner:	ALBAFRIGO CANARIAS, S.A.
Connecting District:	MADRID (MDD)
Flag:	SPAIN
Port of Registry:	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Classification Top	
Main Class Symbols:	I  Hull  Mach
Service Notations:	Refrigerated cargo ship
Navigation Notations:	Unrestricted navigation
Additional Class Notation(s):	 AUT-UMS (SS) ,  REF-CARGO (SS) -QUICKFREEZE , INWATERSURVEY
Machinery:	 MACH
Equipment:	1(Ch 50 Q3)

Dimension Top	
Gross Tonnage 69:	7207
Net Tonnage 69:	2441
Overall Length:	132.9 m
LPP:	120 m
Breadth:	18.8 m
Depth:	13.08 m
Draught:	8.06 m
Freeboard:	2214 mm

Hull & Cargo Top	
Builder:	HIJOS DE J. BARRERAS S.A.
Place of build (Country):	Vigo (Pontevedra) (ESP)
Date of Build:	05 Dec 2001
Yard N°:	1586
Hull Material:	Steel
Nb of Watertight Comp.:	8
Number of Cont. Decks:	4 Machinery Aft
Tanks	
Cargo Hatchways:	4
Dimension:	1(8,1X4,9) 3(10X8.8)
LBC:	23192

Machinery Top	
Propelling Type:	Diesel
Licence:	WARTSILA
Date of Build:	01 Jan 2001
Builder:	Wartsila Iberica S.A.
Place of Build (country):	Bermeo (Vizcaya) (ESP)
Power and rating	
Total Power (kW):	5850 kW
Total Power (HP):	7948 HP
Propelling machinery	
Internal Combustion Engine:	(1) 4T - 6 cyl - 46.00 cm x 58.00 cm at 500 rpm
Boilers	
Boiler:	1 CHO AALBORG 12.19 m² / 9.00 bar
Electrical installation	
Power Voltage:	380 V

Ship details

Ship Name:	SALICA FRIGO
BV Reg:	01534U
Gross Tonnage:	7207
Date of build:	05 Dec 2001
Type:	Cargo ship
Flag:	SPAIN
Class situation:	Definitive classification
Status:	Active

This information transmitted electronically from the Bureau Veritas database is intended only for Equasis. Complete accuracy of this information cannot be guaranteed. Any review, retransmission, dissemination or other use of, or taking of any action in reliance upon, this information implies adherence to the General Conditions of Bureau Veritas Marine Division (available at <http://www.veristar.com>) which form an integral part of this information.

Certificates

Certificates	Issuance	Limit	Type	Description
Class	26 Sep 2011	12 Aug 2016	Definitive	
Load Line	09 Jun 2010	10 May 2015	Definitive	Issued by the Flag Authority
SOLAS Cargo Ship Safety Certificate	08 Nov 2012	10 May 2015	Definitive	Issued by the Flag Authority
SOLAS Dangerous goods	08 Nov 2012	10 May 2017	Definitive	Issued by the Flag Authority
MARPOL Annex I	21 Dec 2011	10 May 2015	Definitive	Issued by the Flag Authority
MARPOL Annex IV Sewage certificate	09 Jun 2010	10 May 2015	Definitive	Issued by the Flag Authority
MARPOL Annex VI Prevention Air Pollution Certific.	09 Jun 2010	10 May 2015	Definitive	Issued by the Flag Authority
MARPOL Annex VI IEE Certificate	14 Oct 2013	10 May 2018	Definitive	Issued by the Flag Authority
ILO 152 Cargo Gear	17 May 2013		Definitive	Issued by the Flag Authority

Surveys [Top](#)

Type	Last Date	Due Date / Window Dates	Postponed	Status
Hull				
Hull Class Renewal Survey	22 Jul 2011	12 May 2015 - 12 Aug 2016		
Hull Annual Survey for Renewal	22 Jul 2011	12 May 2016 - 12 Aug 2016		
Hull Annual Survey	17 May 2013	12 May 2014 - 12 Nov 2014		
Annual Survey of structure	17 May 2013	12 May 2014 - 12 Nov 2014		
Hull Intermediate Survey		12 May 2013 - 12 Nov 2014		Within window
Periodical Bottom Survey in Dry Dock	26 Aug 2010	26 Aug 2015		
Underwater Periodical Survey	17 May 2013			
Machinery				
Machinery Class Renewal Survey	22 Jul 2011	12 May 2015 - 12 Aug 2016		

Machinery Top	
<i>Lighting Voltage:</i>	220 V
<i>Frequency:</i>	50 Hz
<i>Main Engine Driven Generators:</i>	1 - 1875 kVA - 1500 kW
<i>Diesel Generators:</i>	2 - 1150 kVA - 920 kW - 1300 HP 1 - 700 kVA - 560 kW - 882 HP
Propellers and propellershafts	
<i>Propelling system:</i>	1 Screw Propeller Controllable pitch LB 10.00 at 130 rpm
Speed of the ship	
<i>Speed:</i>	18.64 kn

Type	Last Date	Due Date / Window Dates	Postponed	Status
Machinery Annual Survey for Renewal	22 Jul 2011	12 May 2016 - 12 Aug 2016		
Machinery Annual Survey	17 May 2013	12 May 2014 - 12 Nov 2014		
Centre Tailshaft Complete Survey	26 Aug 2010	26 Aug 2020		
Centre Tailshaft Modified Survey		26 Feb 2015 - 26 Feb 2016		
Boiler				
Boiler Certificate Class Renewal Survey	22 Jul 2011	12 May 2016 - 12 Aug 2016		
Boiler Annual External Survey	17 May 2013	12 May 2014 - 12 Nov 2014		
Aux. Oil-Fired Boiler 1 Internal & External Survey	03 Jul 2012	03 Jul 2015		
Aux.Exhau. Gas Boiler 1 Internal & External Survey	03 Jul 2012			
Automation				
Automated Installation Class Renewal Survey	22 Jul 2011	12 May 2015 - 12 Aug 2016		
Automated Installations Annual Survey for Renewal	22 Jul 2011	12 May 2016 - 12 Aug 2016		
Automated Installations Annual Survey	17 May 2013	12 May 2014 - 12 Nov 2014		
Refrigerating Installation				
Refrigerating Installation Class Renewal Survey	22 Jul 2011	12 May 2015 - 12 Aug 2016		
Refrigerating Inst. Annual Survey for Renewal		12 Aug 2016		
Refrigerating Installation Annual Survey	17 May 2013	12 May 2014 - 12 Nov 2014		
Classed Lifting Appliances				
Classed Lifting Appliances Renewal Survey	22 Jul 2011	12 May 2016 - 12 Aug 2016		
Classed Lifting Appliances Quinquennial Survey	22 Jul 2011	22 Jul 2016		
Classed Lifting Appliances Annual Survey	17 May 2013	12 May 2014 - 12 Nov 2014		

Type	Last Date	Due Date / Window Dates	Postponed	Status
Load Line				
Load Line Periodical Survey	26 May 2010	10 Feb 2015 - 10 May 2015		
Load Line Annual Survey	17 May 2013	10 Feb 2014 - 10 Aug 2014		Within window
SOLAS Cargo Ship Safety Certificate				
Cargo Safety Construction Renewal Survey	26 May 2010	10 Feb 2015 - 10 May 2015		
Cargo Safety Construction Annual Survey	03 Jul 2012	10 Feb 2014 - 10 Aug 2014		Within window
Cargo Safety Construction Intermediate Survey	17 May 2013			
Cargo Safety Equipment Renewal Survey	26 May 2010	10 Feb 2015 - 10 May 2015		
Cargo Safety Equipment Annual Survey	03 Jul 2012	10 Feb 2014 - 10 Aug 2014		Within window
Cargo Safety Equipment Periodical Survey	17 May 2013			
Cargo Safety Radio Renewal Survey	26 May 2010	10 Feb 2015 - 10 May 2015		
Cargo Safety Radio Periodical Survey	17 May 2013	10 Feb 2014 - 10 Aug 2014		Within window
Cargo Safety Annual test of Launching Appl.	17 May 2013	10 Feb 2014 - 10 Aug 2014		Within window
Cargo Safety Periodic Servicing of Launching Appl.	26 May 2010			
SOLAS Dangerous goods				
Dangerous Goods Renewal Survey	03 Jul 2012	10 Feb 2017 - 10 May 2017		
Dangerous Goods Annual Survey	17 May 2013	10 Feb 2014 - 10 Aug 2014		Within window
MARPOL Annex I				
MARPOL Periodical Survey	26 May 2010	10 Feb 2015 - 10 May 2015		
IOPP Annual Survey	03 Jul 2012	10 Feb 2014 - 10 Aug 2014		Within window
IOPP Intermediate Survey	17 May 2013			
MARPOL Annex IV Sewage certificate				
Sewage System Renewal Survey	26 May 2010	10 Feb 2015 - 10 May 2015		
MARPOL Annex VI Prevention Air Pollution Certific.				
IAPP Renewal Survey	26 May 2010	10 Feb 2015 - 10 May 2015		
IAPP Annual Survey	03 Jul 2012	10 Feb 2014 - 10 Aug 2014		Within window

Type	Last Date	Due Date / Window Dates	Postponed	Status
IAPP Intermediate Survey	17 May 2013			
MARPOL Annex VI IEE Certificate				
IEE Issuance Survey	17 May 2013			
ILO 152 Cargo Gear				
ILO 152 Cargo Gear Periodical Survey		10 May 2015		
ILO 152 Cargo Gear Annual Survey	17 May 2013	10 May 2014		Limit Date in less than 3 m.

[Top](#)[Marine general Conditions](#)[IACS Commitments](#)[Links](#) | [Bureau Veritas](#) | [About Veristar](#) | [Site map](#) | [Contact us](#) | [Suggestions](#)



Last update : 6 Dec 2013

Print This Page

Classification No. : **930772**
 IMO No. : **9035072**
 Official No. : **9035072**
 Signal Letters : **9HA3408**
 Flag : **Maltese**
 Port of Registry : **Valletta**
 Ship's Name : **FRIO KYKNOS**
 Former Name 1 : **CAPE BLOSSOM**

Registered Owner 1 : **SPRINGWAVE SHIPPING S.A.**

Management Company 1 : **BALTMED REEFER SERVICES LTD.**

[Classification Characters, Notations](#) : **NS***
MNS*

Descriptive Notes : --

[Installation Characters](#) : **RMC*(-25/32 eqF for ACh), CHG, MPP, LSA, RCF, AFS.C**

Installation Descriptive Notes

[Special Description](#) : --

[Other Classification](#) : --

Type of Ship -Purpose(intended service) : **REF. CARGO CARRIER**
 - Certificates - SC/SE/SF : **Other cargo ship**
 - OPP : **Other than Oil Tanker**
 - EE : **Refrigerated cargo carrier**
 - SMC/ISSC : --

Tonnage Gross (Registered) : **6,082**
 Tonnage Net (Registered) : **4,061**
 Tonnage Gross (Local) : --
 Tonnage Net (Local) : --
 Tonnage Gross (TM69) : **6,082**
 Tonnage Net (TM69) : **4,061**
 Deadweight : **7,197**

Summer Freeboard (mm) : **2,568**
 Summer Draught (m) : **7.766**
 Lf (m) : **116.330**
 Continuous Max. Speed (kt) : **21.4**
 (Sea Trial) :
 Equipment No. : **1,137**

Overall Length (m) : **126.000**
 Moulded LxBxD (m) : **116.000 x 19.000 x 10.300**
 Registered LxBxD (m) : **116.330 x 19.000 x 10.300**

[Cargo Capacity](#) : **REF 9,829 REF; TEU 20 FEU 10**
[\(m3 / No. of Containers, etc.\)](#) :
 No. of Passengers : --
[Capacity of Tanks \(m3\)](#) : **FO 1,221 FW 162 WB 318**

[Lifeboats Type, No. & Person](#) : **3 2x(25)**
[Rescue Boats Type, No. & Person](#) : **1x(6) (at combined use for lifeboat)**
[Liferafts Type, No. & Person](#) : **1 0x(25)**
[Radio Installations](#) : **GMDSS A1+A2+A3, INMARSAT**

[Navigation Equipment](#) : **MC, GYRO, HCS, GPS, RDX, 2RDX, AIS, LOG, ES, STGTEL, DSL, LRIT, BNWAS, S-VDR**

[No. & Kind of Engines](#) : **1D : 2 SA 6 CY**

Bore x Stroke (mm) : **520.0 x 1,600.0**

Power (kW) : **7,060**

Revolution (rpm) : **133.0**

Manufacturer : **Akasaka Diesels Ltd.**

[No. & Kind of Boilers](#) : **1 AUX VB**

Pressure (MPa) : **0.79**

Evaporation : **2.10 (ton/h)**

Manufacturer : **Miura Co., Ltd.**

***Evaporation rate: Thermal output (kW) to be filled up in case of TOH.**

No. & Capacity of Generators (kVA) : **4 AC 1,830**

[Kind of Propeller Shaft](#) : **1B**

No. & Shaft Diameter (mm) : **1 x 426**

Shipbuilder : **Kitanihon Shipbuilding Co., Ltd.**

Hull No. : **267**

Date of Keel Lay : **07 Oct 1992**

Date of Launch : **07 Jan 1993**

Date of Build : **31 Mar 1993**

Date of Conversion : **--**

[Top of Page](#)

PRINCE OF SEAS

371,412 cbft / 4,121.00 sqm



General

Built	January-1993	International	GT	NT
Flag	Liberia	Panama	6,363.00	4,297.00
Port of Registry	Monrovia	Suez		5,696.37
Callsign	A8JI5			5,573.44
IMO/Lloyds nr	9014444		Draft	DWAT
		Tropical	7.93	7,152
Length over all [m]	130.50	Summer	7.76	6,849
Beam [m]	19.00	Winter	7.60	6,549
Depth [m]	10.10			
Bowthruster(s)	1			

Reefer

Holds	4
Hatches	4
Compartments	15
Minimum Deckheight [m]	2.20
Allowable weight of forklift including cargo	maximum 5 mt (Forklift to be equipped with minimum 4 airtyres)
Temperature zones	8
Independent cooling sections	1 A/BC, 2 AB/CD, 3 AB/CD, 4 AB/CD
Temperature range [dC]	-30/+15
Air circulations [/hr]	90
Air renewals [/hr]	4
USDA equipped	Yes, valid until 01-December-2014

Classification Details

Classification Society	Bureau Veritas (BV)
Main Class symbols	I, +HULL, +MACH
Service Notations	+Refrigerated cargo ship
Navigation Notations	Unrestricted Navigation
Additional Class Notations	+RMC
Machinery	+MACH
Equivalent Finnish/Swedish	
Ice Strengthening	

Reefer Compartment Capacity Breakdown

	Hold 1		Hold 2		Hold 3		Hold 4		Total	
	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm
A	30,348	331.00	15,355	184.00	13,568	166.00	15,309	187.00	74,580	868.00
B	23,755	240.00	31,218	340.00	29,630	330.00	31,135	355.00	115,738	1,265.00
C	18,304	196.00	29,276	338.00	28,000	331.00	28,510	320.00	104,090	1,185.00
D			25,429	265.00	27,993	297.00	23,582	241.00	77,004	803.00
Total	72,407	767.00	101,278	1,127.00	99,191	1,124.00	98,536	1,103.00	371,412	4,121.00

Hatch sizes

	Hold 1	Hold 2	Hold 3	Hold 4
	l x b	l x b	l x b	l x b
Weatherdeck	6.20 x 7.40	6.20 x 7.40	6.20 x 7.40	6.20 x 7.40
A				
B				
C				

Hatch sizes Container holds

Container Hold	l x b

Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's	Max TEU's	Add. FEU's
<u>On Weather Deck and Hatches</u>					
Empty Positions	Standard	49	2	60	3
Max Stackweight	Standard	45	0	42	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	28	0	28	0
Empty Positions	High Cube	49	2	60	3
Max Stackweight	High Cube	45	0	42	0
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube	28	0	28	0
<u>Reefer Hold</u>					
Empty Positions	Standard	0	0	0	0
Max Stackweight	Standard	0	0	0	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	0	0	0	0

'Max Stackweight' and 'Max Stackweight - Selfsustained' are the number of laden containers that can be loaded basis the maximum stackweight, calculating 26 mt gross for a laden FEU and 14 mt gross for a laden TEU
Above figures are as per vessel's technical layout. Actual container intake is subject to master's approval and depending on stability, stackweight and visibility.

Standard Voyage Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's
Standard Voyage	High Cube	32	0
Standard Voyage - Selfsustained	High Cube	23	0

'Standard Voyage' and 'Standard Voyage - Selfsustained' are the number of laden high cube (9'6") containers 26 mt gross that can be loaded on a voyage from Panama Canal to Rotterdam, with a full cargo of bananas in the holds and departing with full bunker tanks.

Reefer Plugs

Total Number of Reeferplugs 47

Cargo Gear

8 Derricks x 5.0 mt or 4 x 5.0 mt in Union Purchase

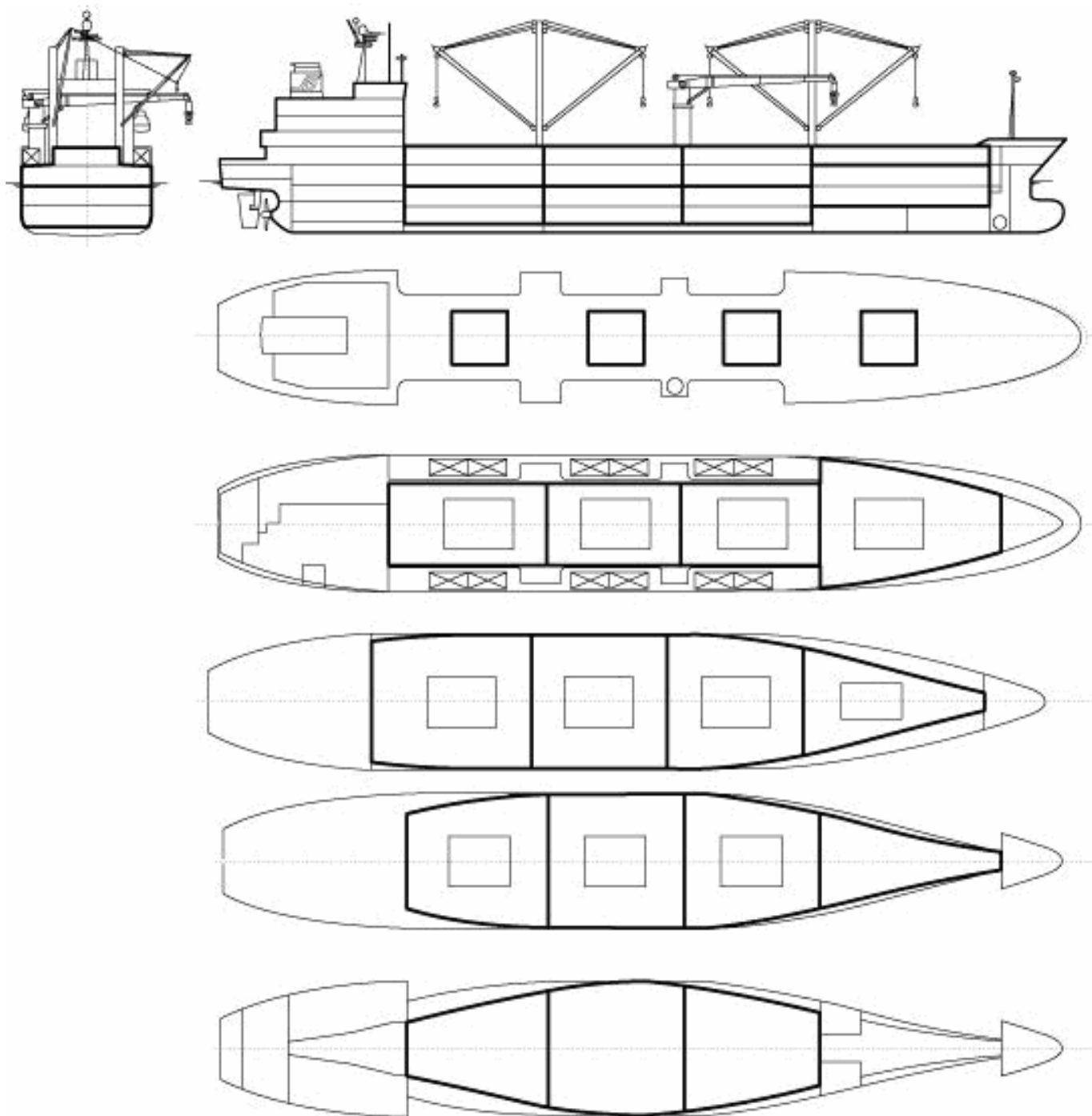
1 Crane x 36.0 mt

Bunker Tank Capacities

	<u>Cbm (100%)</u>	<u>Cbm at max filling level*</u>	<u>mt**</u>
Bunkertanks dedicated for High Sulphur RMG380 (IFO380)	768	653	647
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur RMG380 (IFO380)	186	158	156
Total bunker capacity for RMG380 (IFO380)	954	811	803
Bunkertanks dedicated for High Sulphur DMB (MDO)	92	78	67
Total bunker capacity for DMB (MDO)	92	78	67
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur DMA (MGO)	86	73	62
Total bunker capacity for DMA (MGO)	86	73	62
*) Vessel shall not mix bunkers from different bunkerings in 1 bunker tank. This may reduce the actual bunker capacity.			
**) Capacity in mt serve as indication only.			

PRINCE OF SEAS

371,412 cbft / 4,121.00 sqm





General

Built	May-1998	International	GT	NT
Flag	Panama	Panama	6,971.00	3,230.00
Port of Registry	Panama	Suez		5,943.00
Callsign	3FLM8			5,816.07
IMO/Lloyds nr	9172698		Draft	DWAT
		Tropical	8.39	8,340
Length over all [m]	130.02	Summer	8.22	8,035
Beam [m]	19.50	Winter	8.05	7,733
Depth [m]	12.80			
Bowthruster(s)				

Reefer

Holds	4
Hatches	4
Compartments	15
Minimum Deckheight [m]	2.20
Allowable weight of forklift including cargo	maximum 8 mt (Forklift to be equipped with minimum 4 airtyres)
Temperature zones	8
Independent cooling sections	1 AB/C, 2 AB/CD, 3 AB/CD, 4 AB/CD
Temperature range [dC]	-25/+15
Air circulations [/hr]	90/60/45
Air renewals [/hr]	4
USDA equipped	Yes, no valid certificate

Classification Details

Classification Society	Nippon Kaiji Kyokai (NKK)
Classification characters	NS*(EqV)/MNS*
Installation characters	RMC*,CHG, MPP, LSA, RCF, AFS
Equivalent Finnish/Swedish	
Ice Strengthening	

Reefer Compartment Capacity Breakdown

	Hold 1		Hold 2		Hold 3		Hold 4		Total	
	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm
A	21,345	222.00	30,030	319.00	30,455	326.00	29,816	320.00	111,646	1,187.00
B	15,685	179.00	26,279	314.00	27,107	326.00	26,363	317.00	95,434	1,136.00
C	13,268	154.00	26,404	298.00	28,613	326.00	26,611	299.00	94,896	1,077.00
D			23,129	264.00	26,590	321.00	22,132	246.00	71,851	831.00
Total	50,298	555.00	105,842	1,195.00	112,765	1,299.00	104,922	1,182.00	373,827	4,231.00

Hatch sizes

	Hold 1	Hold 2	Hold 3	Hold 4
	l x b	l x b	l x b	l x b
Weatherdeck	6.20 x 5.20	7.30 x 7.43	7.30 x 7.43	7.30 x 7.43
A	6.35 x 5.20	7.30 x 7.43	7.30 x 7.43	7.30 x 7.43
B	6.20 x 4.99	7.30 x 7.43	7.30 x 7.43	7.30 x 7.43
C		7.30 x 7.43	7.30 x 7.43	7.30 x 7.43

Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's	Max TEU's	Add. FEU's
<u>On Weather Deck and Hatches</u>					
Empty Positions	Standard	14	0	0	0
Max Stackweight	Standard	8	0	0	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	0	0	0	0
<u>Reefer Hold</u>					
Empty Positions	Standard	0	0	0	0
Max Stackweight	Standard	0	0	0	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	0	0	0	0

'Max Stackweight' and 'Max Stackweight - Selfsustained' are the number of laden containers that can be loaded basis the maximum stackweight, calculating 26 mt gross for a laden FEU and 14 mt gross for a laden TEU

Above figures are as per vessel's technical layout. Actual container intake is subject to master's approval and depending on stability, stackweight and visibility.

Standard Voyage Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's
Standard Voyage	High Cube	8	0
Standard Voyage - Selfsustained	High Cube	0	0

'Standard Voyage' and 'Standard Voyage - Selfsustained' are the number of laden high cube (9'6") containers 26 mt gross that can be loaded on a voyage from Panama Canal to Rotterdam, with a full cargo of bananas in the holds and departing with full bunker tanks.

Reefer Plugs

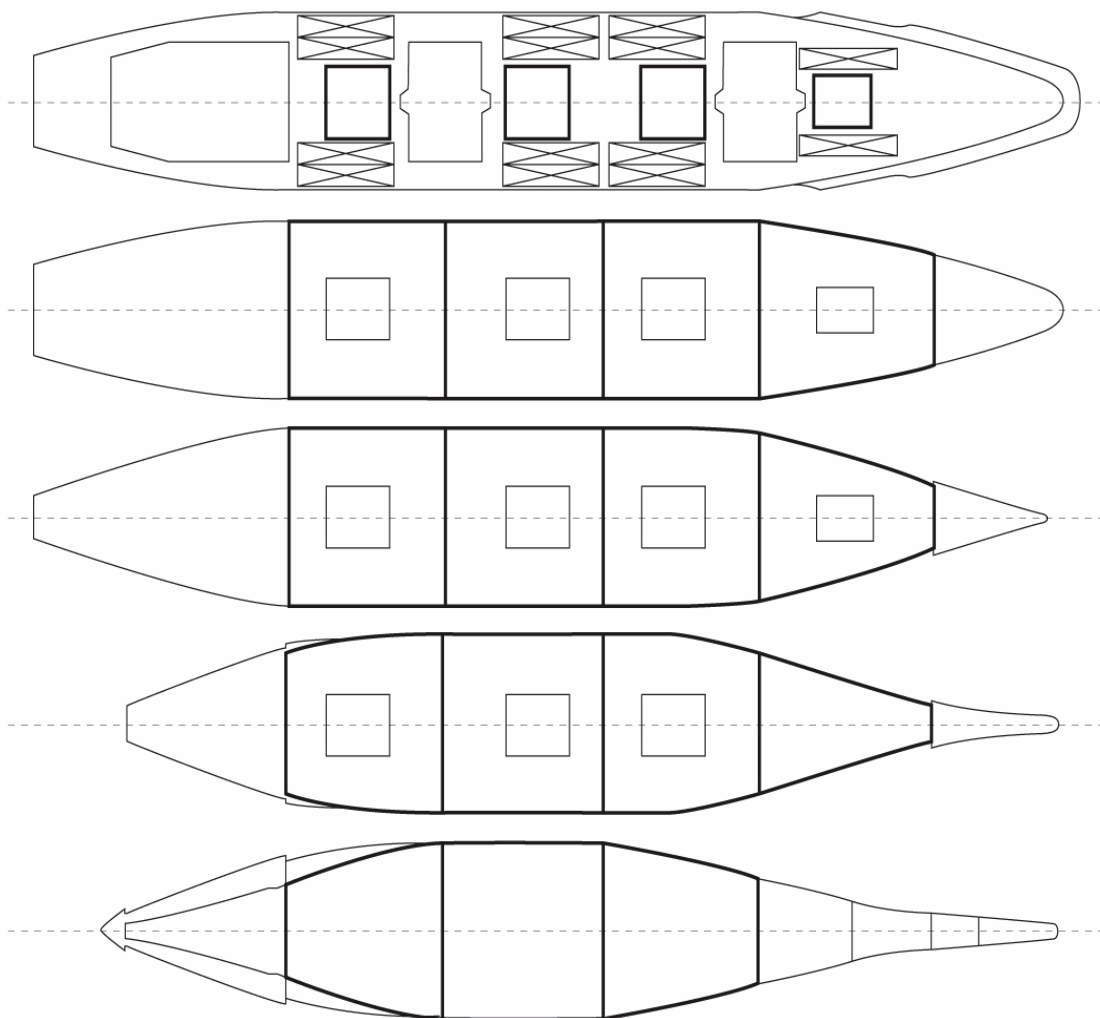
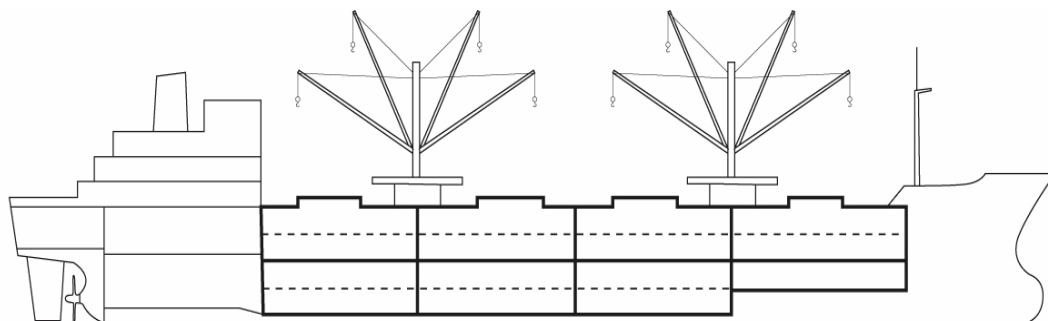
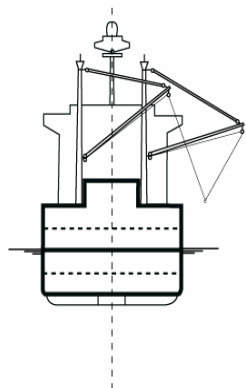
Total Number of Reeferplugs 20

Cargo Gear

8 Derricks x 7.5 mt or 4 x 5.0 mt in Union Purchase

Bunker Tank Capacities

	<u>Cbm (100%)</u>	<u>Cbm at max filling level*</u>	<u>mt**</u>
Bunkertanks dedicated for High Sulphur RMG380 (IFO380)	1,016	863	856
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur RMG380 (IFO380)	193	164	162
Total bunker capacity for RMG380 (IFO380)	1,208	1,027	1,018
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur DMA (MGO)	108	92	78
Total bunker capacity for DMA (MGO)	108	92	78
<p>*) Vessel shall not mix bunkers from different bunkerings in 1 bunker tank. This may reduce the actual bunker capacity. **) Capacity in mt serve as indication only.</p>			



GREEN ITALIA

377,100 cbft / 4,519.00 sqm



General

Built	March-1994	International	GT	NT
Flag	Bahamas	Panama	7,743.00	3,726.00
Port of Registry	Nassau	Suez		6,416.00
Callsign	C6WH9			5,953.00
IMO/Lloyds nr	9045780		Draft	DWAT
Length over all [m]	131.25	Tropical		
Beam [m]	19.63	Summer	8.86	7,721
Depth [m]	12.85	Winter		
Bowthruster(s)				

Reefer

Holds	3
Hatches	3
Compartments	12
Minimum Deckheight [m]	2.20
Allowable weight of forklift including cargo	maximum 7 mt (Forklift to be equipped with minimum 4 airtyres)
Temperature zones	7
Independent cooling sections	1 A/BC/D, 2 AB/CD, 3 AB/CD
Temperature range [dC]	-30/+15
Air circulations [/hr]	90
Air renewals [/hr]	2.4
USDA equipped	Yes, valid until 01-December-2016
CA	CA pre-piped

Classification Details

Classification Society

Det Norske Veritas (DNV)

Class Notation

+1A1 Reefer(-30 °C/+32 °C sea) CONTAINER PET E0

+MC AUT

+KAZ

Equivalent Finnish/Swedish

Ice Strengthening

Reefer Compartment Capacity Breakdown

	Hold 1		Hold 2		Hold 3		Total	
	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm
A	39,059	442.00	39,094	456.00	39,518	452.00	117,671	1,350.00
B	30,689	357.00	37,647	456.00	37,929	459.00	106,265	1,272.00
C	22,037	265.00	33,762	427.00	30,937	391.00	86,736	1,083.00
D	10,771	137.00	28,005	340.00	27,652	337.00	66,428	814.00
Total	102,556	1,201.00	138,508	1,679.00	136,036	1,639.00	377,100	4,519.00

Hatch sizes

	Hold 1	Hold 2	Hold 3
	l x b	l x b	l x b
Weatherdeck	8.33 x 4.68	8.33 x 4.68	8.33 x 4.68
A			
B			
C			

Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's	Max TEU's	Add. FEU's
<u>On Weather Deck and Hatches</u>					
Empty Positions	Standard	45	0	89	4
Max Stackweight	Standard	30	0	54	4
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	30	0	54	4
Empty Positions	High Cube	45	0	89	4
Max Stackweight	High Cube	30	0	54	4
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube	30	0	54	4
<u>Reefer Hold</u>					
Empty Positions	Standard	0	0	0	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	0	0	0	0
Empty Positions	High Cube	0	0	0	0
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube	0	0	0	0

'Max Stackweight' and 'Max Stackweight - Selfsustained' are the number of laden containers that can be loaded basis the maximum stackweight, calculating 26 mt gross for a laden FEU and 14 mt gross for a laden TEU

Above figures are as per vessel's technical layout. Actual container intake is subject to master's approval and depending on stability, stackweight and visibility.

Standard Voyage Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's
Standard Voyage	High Cube	28	0
Standard Voyage - Selfsustained	High Cube	28	0

'Standard Voyage' and 'Standard Voyage - Selfsustained' are the number of laden high cube (9'6") containers 26 mt gross that can be loaded on a voyage from Panama Canal to Rotterdam, with a full cargo of bananas in the holds and departing with full bunker tanks.

Reefer Plugs

Total Number of Reeferplugs 29

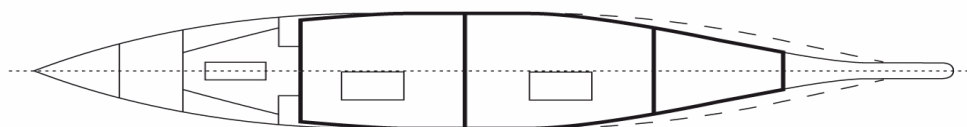
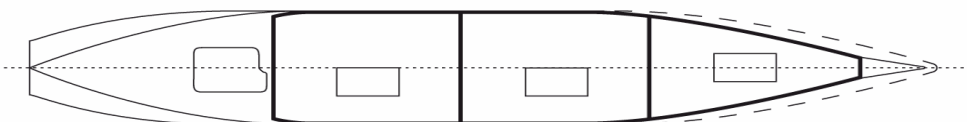
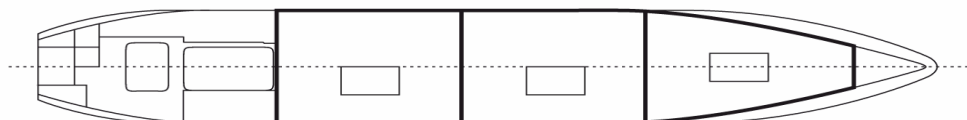
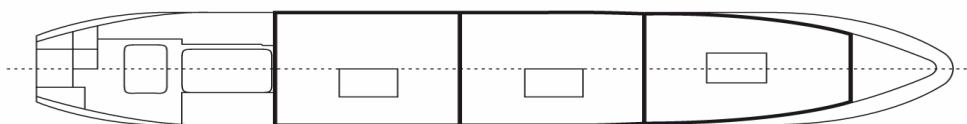
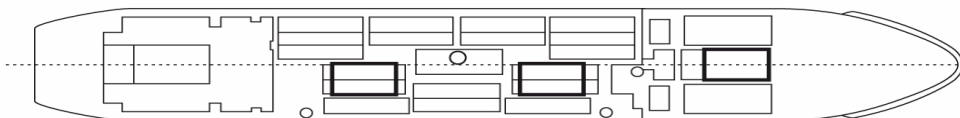
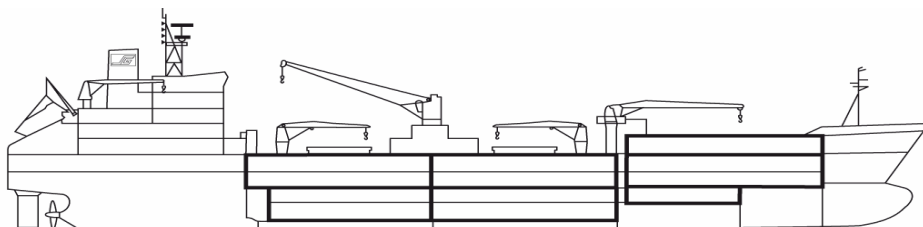
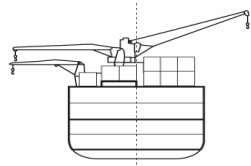
Cargo Gear

1 Crane x 17.0 mt or 34.0 mt in low speed modus

3 Pallet Cranes x 8.0 mt

Bunker Tank Capacities

	<u>Cbm (100%)</u>	<u>Cbm at max filling level*</u>	<u>mt**</u>
Bunkertanks dedicated for High Sulphur RMG380 (IFO380)	1,013	861	853
Overflow/Settling/Daytanks for RMG380 (IFO380)	163	110	109
Total bunker capacity for RMG380 (IFO380)	1,176	972	963
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur DMA (MGO)	116	98	84
Overflow/Settling/Daytanks for DMA (MGO)	33	28	24
Total bunker capacity for DMA (MGO)	148	126	107
<p>*) Vessel shall not mix bunkers from different bunkerings in 1 bunker tank. This may reduce the actual bunker capacity. **) Capacity in mt serve as indication only.</p>			





Last update : 18 Dec 2013

Print This Page

Classification No. : **002714**
 IMO No. : **9227596**
 Official No. : **27716-01-C**
 Signal Letters : **H3QQ**
 Flag : **Panamanian**
 Port of Registry : **Panama**
 Ship's Name : **NAGATO REEFER**
 Former Name 1 : --

Registered Owner 1 : **AMA SHIPHOLDING S.A.**

Management Company 1 : **KYOKUYO SHIPPING CO., LTD.**

[Classification Characters, Notations](#) : **NS*(TD -25 degree C)**
MNS*

Descriptive Notes : --

[Installation Characters](#) : **RMC*.CA(-25/32 eqF for ACh.CA), CHG, MPP, LSA, RCF, AFS**

Installation Descriptive Notes

[Special Description](#) : --

[Other Classification](#) : --

Type of Ship -Purpose(intended service) : **REF. CARGO/CONTAINER**

- Certificates - SC/SE/SF : **Other cargo ship**

- OPP : **Other than Oil Tanker**

- EE : **Refrigerated cargo carrier**

- SMC/ISSC : **Other cargo ship**

Tonnage Gross (Registered) : **7,367**

Tonnage Net (Registered) : **4,765**

Tonnage Gross (Local) : --

Tonnage Net (Local) : --

Tonnage Gross (TM69) : **7,367**

Tonnage Net (TM69) : **4,765**

Deadweight : **8,105**

Summer Freeboard (mm) : **2,712**

Summer Draught (m) : **7.515**

Lf (m) : **127.380**

Continuous Max. Speed (kt) : **20.8**

(Sea Trial) :

Equipment No. : **1,267**

Overall Length (m) : **135.030**

Moulded LxBxD (m) : **127.000 x 20.600 x 10.200**

Registered LxBxD (m) : **127.380 x 20.600 x 10.200**

[Cargo Capacity](#) : **REF 11,441 REF; TEU 12 FEU 6**
[\(m3 / No. of Containers, etc.\)](#) :

No. of Passengers : --

[Capacity of Tanks \(m3\)](#) : **FO 1,337 FW 209 WB 799**

[Lifeboats Type, No. & Person](#) : **3 2x(23)**

[Rescue Boats Type, No. & Person](#) : **1 1x(6) (at combined use for lifeboat)**

[Liferafts Type, No. & Person](#) : **1 1x(6) 1 2x(25)**

[Radio Installations](#) : **GMDSS A1+A2+A3**

[Navigation Equipment](#) : **MC, GYRO, HCS, GPS, RDX, 2RDX, ARPA, AIS, LOG, ES, STGTEL, DSL, LRIT, BNWAS, S-VDR**

[No. & Kind of Engines](#) : **1D : 2 SA 8 CY**

Bore x Stroke (mm) : **450.0 x 1,350.0**

Power (kW) : **7,060**

Revolution (rpm) : **158.0**

Manufacturer : **Akasaka Diesels Ltd.**

[No. & Kind of Boilers](#) : **1 AUX VB**

Pressure (MPa) : **0.69**

Evaporation : **2.05 (ton/h)**

Manufacturer : **Tortoise Engineering Co., Ltd.**

***Evaporation rate: Thermal output (kW) to be filled up in case of TOH.**

No. & Capacity of Generators (kVA) : **4 AC 1,975**

[Kind of Propeller Shaft](#) : **1B**

No. & Shaft Diameter (mm) : **1 x 450**

Shipbuilder : **Kyokuyo Shipyard Corporation**

Hull No. : **431**

Date of Keel Lay : **27 Dec 1999**

Date of Launch : **22 Jul 2000**

Date of Build : **15 Dec 2000**

Date of Conversion : **--**

[Top of Page](#)

PRINCE OF STREAM

428,618 cbft / 4,612.98 sqm



General

Built	November-1993	International	GT	NT
Flag	Liberia	Panama	7,533.00	5,330.00
Port of Registry	Monrovia	Suez		6,857.00
Callsign	A8OE7			6,777.11
IMO/Lloyds nr	9073268		Draft	DWAT
		Tropical	7.92	8,718
Length over all [m]	136.90	Summer	7.76	8,383
Beam [m]	20.20	Winter	7.60	8,052
Depth [m]	10.50			
Bowthruster(s)				

Reefer

Holds	4
Hatches	4
Compartments	15
Minimum Deckheight [m]	2.20
Allowable weight of forklift including cargo	maximum 5 mt (Forklift to be equipped with minimum 4 airtyres)
Temperature zones	8
Independent cooling sections	1 A/BC, 2 AB/CD, 3 AB/CD, 4 AB/CD
Temperature range [dC]	-30/+15
Air circulations [/hr]	90
Air renewals [/hr]	4
USDA equipped	Yes, valid until 01-January-2017

Classification Details

Classification Society	Russian Maritime Register Of Shipping (RS)
Notation	KM* Ice1 REF
	Unrestricted Service

Equivalent Finnish/Swedish
Ice Strengthening

Reefer Compartment Capacity Breakdown

	Hold 1		Hold 2		Hold 3		Hold 4		Total	
	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm
A	36,339	397.20	18,540	201.96	18,364	196.86	18,788	202.55	92,031	998.57
B	32,808	288.01	36,163	376.50	35,633	374.21	35,986	367.68	140,590	1,406.40
C	21,118	225.47	31,360	359.82	31,818	374.55	28,994	325.73	113,290	1,285.57
D			28,640	318.70	30,830	354.31	23,237	249.43	82,707	922.44
Total	90,265	910.68	114,703	1,256.98	116,645	1,299.93	107,005	1,145.39	428,618	4,612.98

Hatch sizes

	Hold 1	Hold 2	Hold 3	Hold 4
	l x b	l x b	l x b	l x b
Weatherdeck	6.20 x 7.30	6.20 x 7.30	6.20 x 7.30	6.20 x 7.30
A	6.20 x 7.30	6.20 x 7.30	6.20 x 7.30	6.20 x 7.30
B	6.20 x 7.30	6.20 x 7.30	6.20 x 7.30	6.20 x 7.30
C		6.20 x 7.30	6.20 x 7.30	6.20 x 7.30

Hatch sizes Container holds

Container Hold	l x b
----------------	-------

Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's	Max TEU's	Add. FEU's
<u>On Weather Deck and Hatches</u>					
Empty Positions	Standard	21	0	0	0
Max Stackweight	Standard	21	0	0	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	0	0	0	0
<u>Reefer Hold</u>					
Empty Positions	Standard	0	0	0	0
Max Stackweight	Standard	0	0	0	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	0	0	0	0

'Max Stackweight' and 'Max Stackweight - Selfsustained' are the number of laden containers that can be loaded basis the maximum stackweight, calculating 26 mt gross for a laden FEU and 14 mt gross for a laden TEU
Above figures are as per vessel's technical layout. Actual container intake is subject to master's approval and depending on stability, stackweight and visibility.

PRINCE OF STREAM

428,618 cbft / 4,612.98 sqm

Standard Voyage Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's
Standard Voyage	High Cube	21	0
Standard Voyage - Selfsustained	High Cube	0	0

'Standard Voyage' and 'Standard Voyage - Selfsustained' are the number of laden high cube (9'6") containers 26 mt gross that can be loaded on a voyage from Panama Canal to Rotterdam, with a full cargo of bananas in the holds and departing with full bunker tanks.

Reefer Plugs

Total Number of Reeferplugs 21

Cargo Gear

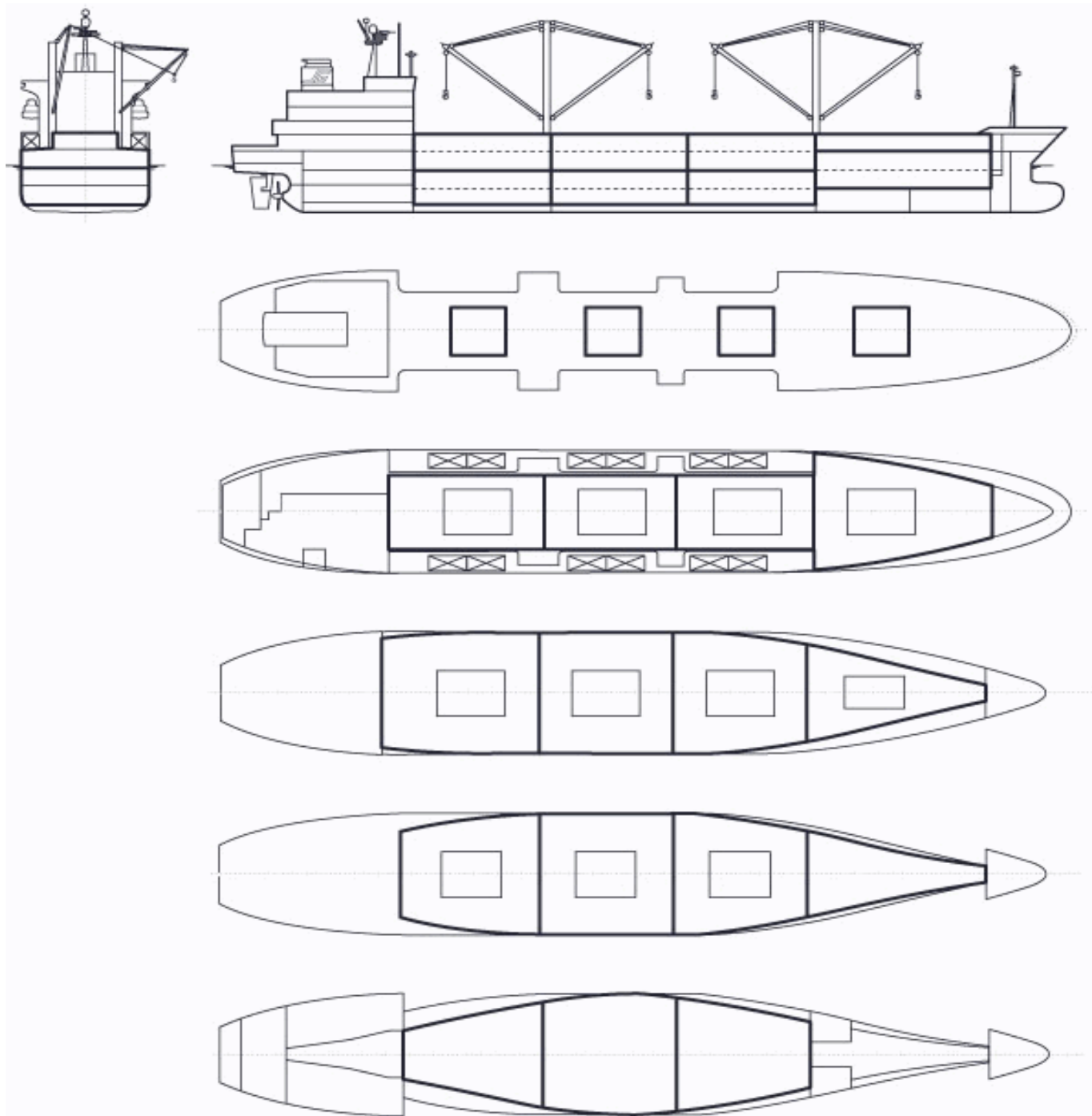
8 Derricks x 5.0 mt or 4 x 5.0 mt in Union Purchase

Bunker Tank Capacities

	<u>Cbm (100%)</u>	<u>Cbm at max filling level*</u>	<u>mt**</u>
Bunkertanks dedicated for High Sulphur RMG380 (IFO380)	1,029	875	867
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur RMG380 (IFO380)	229	195	193
Total bunker capacity for RMG380 (IFO380)	1,258	1,070	1,060
Bunkertanks dedicated for High Sulphur DMB (MDO)	115	98	83
Total bunker capacity for DMB (MDO)	115	98	83
*) Vessel shall not mix bunkers from different bunkerings in 1 bunker tank. This may reduce the actual bunker capacity.			
**) Capacity in mt serve as indication only.			

PRINCE OF STREAM

428,618 cbft / 4,612.98 sqm





Last update : 25 Dec 2013

Print This Page

Classification No. : **991823**
 IMO No. : **9178654**
 Official No. : **26555-99-D**
 Signal Letters : **3FOA9**
 Flag : **Panamanian**
 Port of Registry : **Panama**
 Ship's Name : **PACIFIC VIOLET**
 Former Name 1 : --

Registered Owner 1 : **MI-DAS Line S.A.**

Management Company 1 : **DOUN KISEN CO., LTD.**

[Classification Characters, Notations](#) : **NS*(Eq C Cn & V)**
MNS*

Descriptive Notes : --

[Installation Characters](#) : **RMC*.CA(-25/32 eqF for ACh.CA), CHG, MPP, LSA, RCF, AFS.C**

Installation Descriptive Notes

[Special Description](#) : --

[Other Classification](#) : --

Type of Ship -Purpose(intended service) : **REF. CARGO CARRIER**
 - Certificates - SC/SE/SF : **Other cargo ship**
 - OPP : **Other than Oil Tanker**
 - EE : **Refrigerated cargo carrier**
 - SMC/ISSC : **Other cargo ship**

Tonnage Gross (Registered) : **7,959**
 Tonnage Net (Registered) : **3,768**
 Tonnage Gross (Local) : --
 Tonnage Net (Local) : --
 Tonnage Gross (TM69) : **7,959**
 Tonnage Net (TM69) : **3,768**
 Deadweight : **8,076**

Summer Freeboard (mm) : **4,763**
 Summer Draught (m) : **8.268**
 Lf (m) : **129.410**
 Continuous Max. Speed (kt) : **21.8**
 (Sea Trial) :
 Equipment No. : **1,400**

Overall Length (m) : **138.000**
 Moulded LxBxD (m) : **128.000 x 21.400 x 13.000**
 Registered LxBxD (m) : **129.410 x 21.400 x 13.000**

[Cargo Capacity](#) : **REF 12,722 DRY; TEU 128 FEU 82**
[\(m3 / No. of Containers, etc.\)](#) :
 No. of Passengers : --
[Capacity of Tanks \(m3\)](#) : **FO 1,431 FW 261 WB 449**

[Lifeboats Type, No. & Person](#) : **3 2x(25)**
[Rescue Boats Type, No. & Person](#) : **1 1x(25) (at combined use for lifeboat)**
[Liferafts Type, No. & Person](#) : **1 1x(6) 1 2x(25)**
[Radio Installations](#) : **GMDSS A1+A2+A3**

[Navigation Equipment](#) : **MC, GYRO, HCS, GPS, RDX, 2RDX, ARPA, AIS, LOG, ES, STGTEL, DSL, LRIT, BNWAS, S-VDR**

[No. & Kind of Engines](#) : **1D : 2 SA 6 CY**

Bore x Stroke (mm) : **500.0 x 1,950.0**

Power (kW) : **8,252**

Revolution (rpm) : **124.0**

Manufacturer : **Akasaka Diesels Ltd.**

[No. & Kind of Boilers](#) : **1 AUX VB**

Pressure (MPa) : **0.69**

Evaporation : **109.13 (ton/h)**

Manufacturer : **Miura Co., Ltd.**

***Evaporation rate: Thermal output (kW) to be filled up in case of TOH.**

No. & Capacity of Generators (kVA) : **4 AC 2,590**

[Kind of Propeller Shaft](#) : **1B**

No. & Shaft Diameter (mm) : **1 x 480**

Shipbuilder : **Kitanihon Shipbuilding Co., Ltd.**

Hull No. : **321**

Date of Keel Lay : **25 Feb 1999**

Date of Launch : **27 Apr 1999**

Date of Build : **30 Jul 1999**

Date of Conversion : **--**

[Top of Page](#)



General

Built	February-1994	International	GT	NT
Flag	Dutch	Panama	8,414.00	4,542.00
Port of Registry	Willemstad	Suez		7,729.00
Callsign	PJRH			7,388.32
IMO/Lloyds nr	9051791		Draft	DWAT
		Tropical	9.51	10,534
Length over all [m]	140.00	Summer	9.32	10,086
Beam [m]	22.00	Winter	9.12	9,643
Depth [m]	13.40			
Bowthruster(s)	1			

Reefer

Holds	4
Hatches	4
Compartments	15
Minimum Deckheight [m]	2.20
Allowable weight of forklift including cargo	maximum 6 mt (Forklift to be equipped with minimum 4 airtyres)
Temperature zones	9
Independent cooling sections	1 A/B/C, 2 AB/CD, 3 AB/CD, 4 AB/CD
Temperature range [dC]	-25/+12
Air circulations [/hr]	90
Air renewals [/hr]	4
USDA equipped	Yes, valid until 15-November-2015
CA	CA pre-piped

Classification Details

Classification Society	Bureau Veritas (BV)
Main Class symbols	I, +Hull, +MACH
Service Notations	Refrigerated cargo ship
Navigation Notations	Unrestricted Navigation
Additional Class Notations	+REF-CARGO-AIRCONT
Machinery	+MACH
Equivalent Finnish/Swedish	
Ice Strengthening	

Reefer Compartment Capacity Breakdown

	Hold 1		Hold 2		Hold 3		Hold 4		Total	
	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm
A	36,059	351.80	37,941	431.00	35,880	409.00	38,024	434.50	147,904	1,626.30
B	24,246	264.00	34,930	410.70	33,565	398.50	34,945	399.00	127,686	1,472.20
C	15,413	159.10	33,080	389.40	34,333	412.30	31,960	364.00	114,786	1,324.80
D			21,236	254.50	25,347	302.80	19,826	236.70	66,409	794.00
Total	75,718	774.90	127,187	1,485.60	129,125	1,522.60	124,755	1,434.20	456,785	5,217.30

Hatch sizes

	Hold 1	Hold 2	Hold 3	Hold 4
	l x b	l x b	l x b	l x b
Weatherdeck	7.00 x 11.00	7.00 x 11.00	7.00 x 11.00	7.00 x 11.00
A				
B				
C				

Hatch sizes Container holds

Container Hold	l x b

Container Carrying Capacity			Max FEU's	Add. TEU's	Max TEU's	Add. FEU's
<u>On Weather Deck and Hatches</u>						
Empty Positions	Standard		117	12	238	0
Max Stackweight	Standard		114	8	180	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard		114	8	180	0
Empty Positions	High Cube		113	12	238	0
Max Stackweight	High Cube		110	8	180	0
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube		110	8	180	0
<u>Reefer Hold</u>						
Empty Positions	Standard		0	0	57	0
Max Stackweight	Standard		0	0	57	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard		0	0	57	0
Empty Positions	High Cube		0	0	57	0
Max Stackweight	High Cube		0	0	57	0
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube		0	0	57	0

'Max Stackweight' and 'Max Stackweight - Selfsustained' are the number of laden containers that can be loaded basis the maximum stackweight, calculating 26 mt gross for a laden FEU and 14 mt gross for a laden TEU
Above figures are as per vessel's technical layout. Actual container intake is subject to master's approval and depending on stability, stackweight and visibility.

Standard Voyage Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's
Standard Voyage	High Cube	100	0
Standard Voyage - Selfsustained	High Cube	100	0

'Standard Voyage' and 'Standard Voyage - Selfsustained' are the number of laden high cube (9'6") containers 26 mt gross that can be loaded on a voyage from Panama Canal to Rotterdam, with a full cargo of bananas in the holds and departing with full bunker tanks.

Reefer Plugs

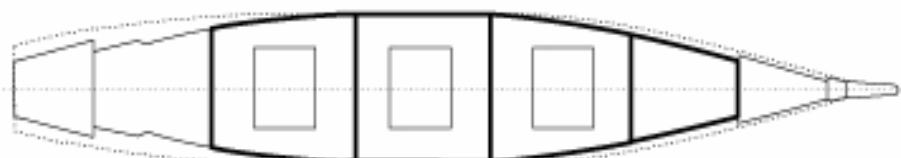
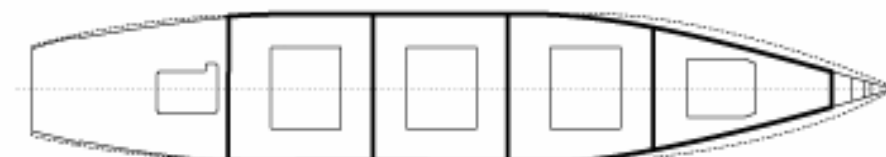
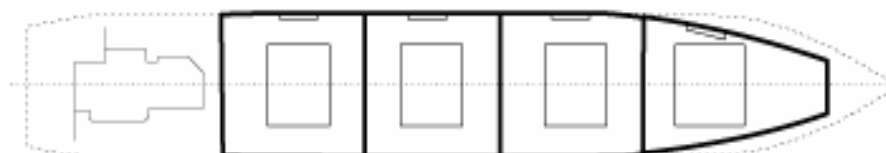
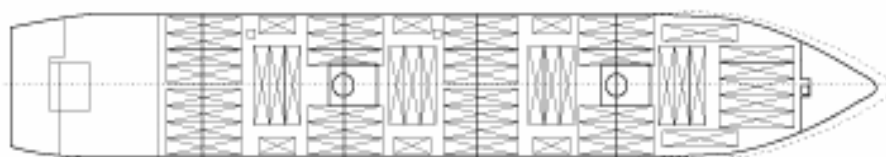
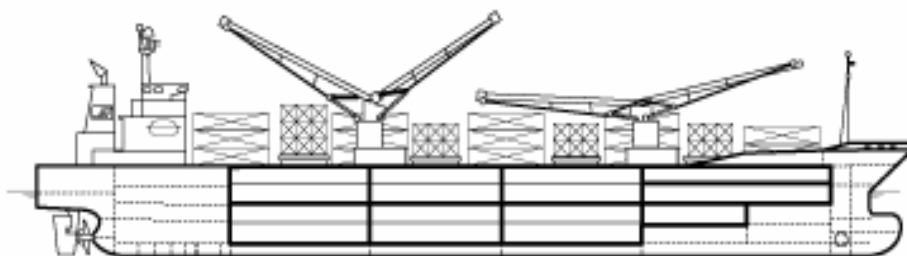
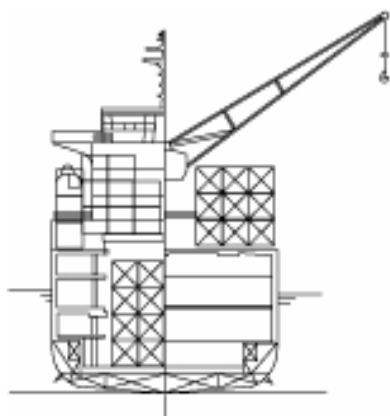
Total Number of Reeferplugs 106

Cargo Gear

4 Cranes x 20.0 mt or 2 x 40.0 mt in Twin

Bunker Tank Capacities

	<u>Cbm (100%)</u>	<u>Cbm at max filling level*</u>	<u>mt**</u>
Bunkertanks dedicated for High Sulphur RMG380 (IFO380)	1,252	951	943
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur RMG380 (IFO380)	162	142	141
Overflow/Settling/Daytanks for RMG380 (IFO380)	22	0	0
Total bunker capacity for RMG380 (IFO380)	1,436	1,093	1,083
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur DMA (MGO)	173	164	140
Overflow/Settling/Daytanks for DMA (MGO)	13	0	0
Total bunker capacity for DMA (MGO)	186	164	140
<p>*) Vessel shall not mix bunkers from different bunkerings in 1 bunker tank. This may reduce the actual bunker capacity. **) Capacity in mt serve as indication only.</p>			




[Print View](#)

Identification

Ship's Name	FRIO HELLENIC
GL-Register-No.	90417
IMO-No.	9081679
Call Sign	3FVQ8
Flag	Panama
Port of Registry	Panama
Owner	Explorer Marine S.A.
Manager	Laskaridis Shipping Co. Ltd.
Propulsion	Motor Ship

Classification

Hull	100 A5 E with freeboard 3.614 m Refrigerated Cargo Ship SOLAS-II-2,Reg.19 Equipped for Carriage of Containers
Machinery	MC E AUT
Cargo Refrigerating Installation	KAZ CAmob

Legend of Notations - see also GL-Rules e.g. I-Part 0, Classification and Surveys

E	Ice strengthening
SOLAS-II-2,Reg.19	Dangerous Goods
AUT	Unattended machinery spaces
CAmob	Mobile gas generating system

Anchor Equipment according GL-Rules

Anchor Equipment No. / Numeral	131 / up 1570 to 1670
3 Anchors, Weight each	4890 kg
Anchor Chain Length	550.00 m

Note for Anchor Equipment For high holding power anchors and for special anchor equipment see our Construction Rules.

Tonnage

Tonnage Type	Convention'69
Length overall	148.13 m
Registered Length	138.70 m
Registered Breadth	21.60 m
Moulded Depth	13.10 m
Draught	9.500 m

Gross Tonnage	9997
Net Tonnage	5567
Deadweight	11070 t

Hull & Cargo

Shipbuilder / Place	Ship Building Plant named after 61 Communard / Nikolaev
Yard Number	1147
Keellaying	1995-04-20
Launching	1998-02-21
Completion	1999-01
Forecastle	40.70 m
Number of Watertight Bulkhead(s)	7
Number of Continuous Deck(s)	3
Double Bottom Type	Double bottom, continuous from peak to peak bulkhead
Longitudinal Frames	Partly built on longitudinal frames
Material	Shipbuilding steel (higher tensile)
Largest Hatch	Length = 13.50 m / Breadth = 8.00 m

Capacities - according to Owners' statements

Number of 20ft Containers	324
---------------------------	-----

Special Arrangements

Loading Instrument	Consultas - CLC
1 Fixed pitch propeller KAMEWA	610 kW, forward

Lifting Device(s)

4 Cranes, each	20.00 t
----------------	---------

Machinery

Total Power	11520 kW
Transmission	Main propulsion acts directly on the propellershaft
Starter Type	Compressed air direct

One Main Engine(s)

Year of Manufacture	1995
Manufacturer	Bryansk Engineering Works
Model	DKRN 60/195-11
Type	Diesel engine, two stroke
Power	11520 kW
Main Engine Rated Speed	123 min ⁻¹
6 Cylinder, Diameter / Stroke	600 mm / 1944 mm

Propeller(s) / Speed

1 Propeller(s), Type	Solid propeller (keyless), aft
----------------------	--

Speed

Ship's Speed	20.00 kn
--------------	----------

Electric Installation(s)

1 Plant	380/ 220 V with 1200 kVA
1 Plant	380/ 220 V with 1200 kVA
1 Plant	380/ 220 V with 1200 kVA
1 Plant	380/ 220 V with 1200 kVA
1 Plant	380 V with 250 kVA

Generators

4 Main generators, each	1200 kVA
1 Emergency generator	250 kVA

One Boiler(s)

Manufacturer	Tekninen Hitsaustyö TKH Oy
Year of Manufacture	1995
Boiler Type	Steam boiler, oil fired
Max. allow. working pressure	7 bar
Heating Surface	47.0 m ²

One Boiler(s)

Manufacturer	Tekninen Hitsaustyö TKH Oy
Year of Manufacture	1995
Boiler Type	Steam boiler, exh.gas heated
Max. allow. working pressure	7 bar
Heating Surface	315.0 m ²

Compressed Air Receiver(s)

2 Receivers, each	4750 liters, 30 bar
1 Receiver	1000 liters, 30 bar
1 Receiver	500 liters, 30 bar
1 Receiver	130 liters, 30 bar
1 Receiver	40 liters, 7 bar
1 Receiver	500 liters, 6 bar

Refrigerating

Maker of Refrigerating Machinery	GEA Grenco B.V.
Controlled Atmosphere	Mobile gas generating systems for controlled atmosphere taken on board on demand
Controlled Atmosphere Short	CAMob
Temperature of insulated Spaces, min.	-30°C
Temperature of Sea Water, max.	32°C
Total Capacity of Holds	12974 m ³ (acc. to Owners' statement)
Number of Holds	13
Number of insulated Holds	13
Number of separate cooled Holds	9

Compressor(s)

3 Compressors, Model

[R-5](#)

Evaporator(s) / Condenser(s)

Number of Air cooler

25

Number of Condenser

3

Refrigerant

R 22

Kind of Cooling

Direct evaporation

Periodicals

Survey Information



DNV GL SE, Hamburg

2014-03-05 / 16:38

ACONCAGUA BAY

512,361 cbft / 5,894.38 sqm



General

Built	April-1992	International	GT	NT
Flag	Liberia	Panama	9,074.00	5,844.00
Port of Registry	Monrovia	Suez		8,095.00
Callsign	A8KY9			7,888.83
IMO/Lloyds nr	9019652		Draft	DWAT
		Tropical	9.61	12,039
Length over all [m]	148.50	Summer	9.42	11,581
Beam [m]	20.60	Winter	9.22	11,128
Depth [m]	12.80			
Bowthruster(s)				

Reefer

Holds	4
Hatches	4
Compartments	19
Minimum Deckheight [m]	2.20
Allowable weight of forklift including cargo	maximum 6 mt (Forklift to be equipped with minimum 4 airtyres)
Temperature zones	8
Independent cooling sections	1 AB/CD, 2 UPDAB/CD, 3 UPDAB/CD, 4 UPDAB/CD
Temperature range [dC]	-25/+15
Air circulations [/hr]	90
Air renewals [/hr]	0
USDA equipped	Yes, valid until 15-April-2015

Classification Details

Classification Society	Bureau Veritas (BV)
Main Class symbols	I, +Hull, +MACH
Service Notations	Refrigerated cargo ship
Navigation Notations	Unrestricted Navigation
Additional Class Notations	+REF-CARGO
Machinery	+MACH
Equivalent Finnish/Swedish	
Ice Strengthening	

Reefer Compartment Capacity Breakdown

	Hold 1		Hold 2		Hold 3		Hold 4		Total	
	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm
UPD			8,815	108.68	8,833	103.40	8,739	103.30	26,387	315.38
A	34,096	363.82	36,070	428.60	37,515	458.29	36,205	441.98	143,886	1,692.69
B	22,703	210.75	33,005	378.17	37,100	437.24	36,090	412.20	128,898	1,438.36
C	12,401	145.35	30,961	367.59	38,387	461.17	32,513	380.99	114,262	1,355.10
D	11,750	141.50	25,941	284.60	35,763	411.94	25,474	254.81	98,928	1,092.85
Total	80,950	861.42	134,792	1,567.64	157,598	1,872.04	139,021	1,593.28	512,361	5,894.38

Hatch sizes

	Hold 1	Hold 2	Hold 3	Hold 4
	l x b	l x b	l x b	l x b
Weatherdeck	10.00 x 7.50	12.60 x 8.20	12.60 x 8.20	12.60 x 8.20
UPD		10.00 x 7.50	10.00 x 7.50	10.00 x 7.50
A	10.00 x 7.50	10.00 x 7.50	10.00 x 7.50	10.00 x 7.50
B	10.00 x 7.50	10.00 x 7.50	10.00 x 7.50	10.00 x 7.50
C	7.00 x 4.50	10.00 x 7.50	10.00 x 7.50	10.00 x 7.50

Hatch sizes Container holds

Container Hold	l x b

Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's	Max TEU's	Add. FEU's
<u>On Weather Deck and Hatches</u>					
Empty Positions	Standard	19	0	20	0
Max Stackweight	Standard	19	0	20	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	0	0	0	0
Empty Positions	High Cube	19	0	20	0
Max Stackweight	High Cube	19	0	20	0
<u>Reefer Hold</u>					
Empty Positions	Standard	0	0	0	0
Max Stackweight	Standard	0	0	0	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	0	0	0	0
Empty Positions	High Cube	0	0	0	0

'Max Stackweight' and 'Max Stackweight - Selfsustained' are the number of laden containers that can be loaded basis the maximum stackweight, calculating 26 mt gross for a laden FEU and 14 mt gross for a laden TEU
Above figures are as per vessel's technical layout. Actual container intake is subject to master's approval and depending on stability, stackweight and visibility.

Standard Voyage Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's
Standard Voyage	High Cube	19	0
Standard Voyage - Selfsustained	High Cube	0	0

'Standard Voyage' and 'Standard Voyage - Selfsustained' are the number of laden high cube (9'6") containers 26 mt gross that can be loaded on a voyage from Panama Canal to Rotterdam, with a full cargo of bananas in the holds and departing with full bunker tanks.

Reefer Plugs

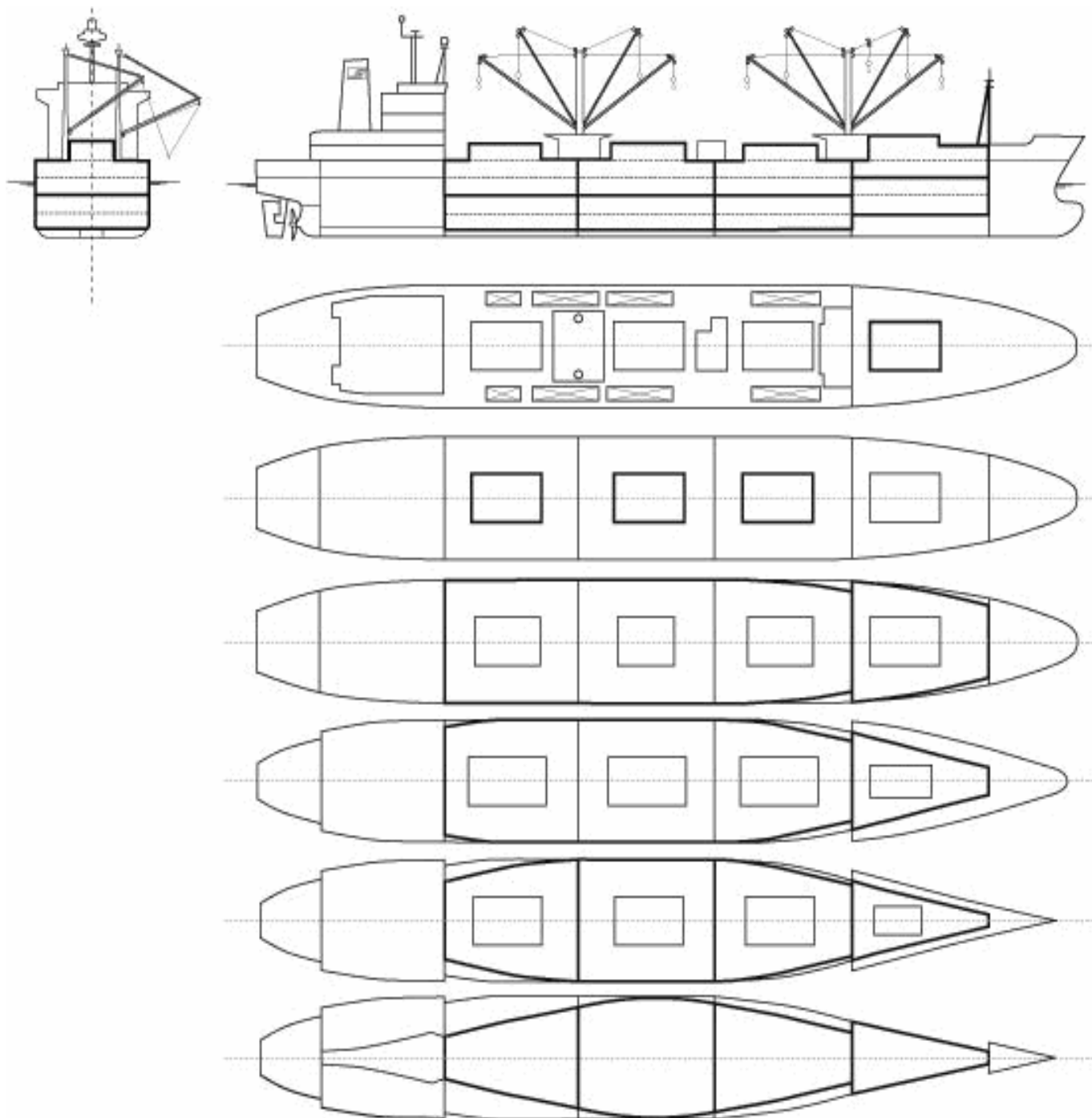
Total Number of Reeferplugs 19

Cargo Gear

8 Derricks x 7.0 mt or 4 x 5.0 mt in Union Purchase

Bunker Tank Capacities

	<u>Cbm (100%)</u>	<u>Cbm at max filling level*</u>	<u>mt**</u>
Bunkertanks dedicated for High Sulphur RMG380 (IFO380)	885	724	718
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur RMG380 (IFO380)	142	120	119
Total bunker capacity for RMG380 (IFO380)	1,027	845	837
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur DMA (MGO)	142	120	102
Total bunker capacity for DMA (MGO)	142	120	102
*) Vessel shall not mix bunkers from different bunkerings in 1 bunker tank. This may reduce the actual bunker capacity. **) Capacity in mt serve as indication only.			



AGULHAS STREAM

535,109 cbft / 6,003.80 sqm



General

Built	February-1998	International	GT	NT
Flag	Dutch	Panama	9,298.00	4,983.00
Port of Registry	Willemstad	Suez		8,204.00
Callsign	PJKV			8,054.10
IMO/Lloyds nr	9158537		Draft	DWAT
		Tropical	9.46	11,532
Length over all [m]	150.00	Summer	9.27	11,048
Beam [m]	22.00	Winter	9.07	10,568
Depth [m]	13.30			
Bowthruster(s)	1			

Reefer

Holds	4
Hatches	4
Compartments	15
Minimum Deckheight [m]	2.20
Allowable weight of forklift including cargo	maximum 5 mt (Forklift to be equipped with minimum 4 airtyres)
Temperature zones	8
Independent cooling sections	1 AB/C, 2 AB/CD, 3 AB/CD, 4 AB/CD
Temperature range [dC]	-25/+15
Air circulations [/hr]	90
Air renewals [/hr]	4
USDA equipped	Yes, valid until 15-April-2014
CA	CA pre-piped

Classification Details

Classification Society	Germanischer Lloyd (GL)
Hull	+100 A5, Refrigerated Cargo Ship, C2P51, Equipped for Carriage of Containers
Machinery	+MC
Refrigeration	+KAZ
Equivalent Finnish/Swedish	
Ice Strengthening	

Reefer Compartment Capacity Breakdown

	Hold 1		Hold 2		Hold 3		Hold 4		Total	
	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm
A	43,651	421.20	42,215	476.50	41,311	463.10	44,439	508.40	171,616	1,869.20
B	27,992	298.60	38,163	441.40	38,663	446.00	41,080	462.90	145,898	1,648.90
C	22,644	246.50	37,649	423.00	39,816	462.60	38,007	414.20	138,116	1,546.30
D			25,198	300.10	28,405	331.80	25,876	307.50	79,479	939.40
Total	94,287	966.30	143,225	1,641.00	148,195	1,703.50	149,402	1,693.00	535,109	6,003.80

Hatch sizes

	Hold 1	Hold 2	Hold 3	Hold 4
	l x b	l x b	l x b	l x b
Weatherdeck	7.00 x 8.00	7.00 x 8.00	7.00 x 8.00	7.00 x 8.00
A	7.00 x 8.00	7.00 x 8.00	7.00 x 8.00	7.00 x 8.00
B	7.00 x 8.00	7.00 x 8.00	7.00 x 8.00	7.00 x 8.00
C		7.00 x 8.00	7.00 x 8.00	7.00 x 8.00

Hatch sizes Container holds

Container Hold	l x b

Container Carrying Capacity			Max FEU's	Add. TEU's	Max TEU's	Add. FEU's
<u>On Weather Deck and Hatches</u>						
Empty Positions	Standard		166	11	343	0
Max Stackweight	Standard		136	10	218	32
Max Stackweight - Selfsustained	Standard		136	10	218	32
Empty Positions	High Cube		166	11	343	0
Max Stackweight	High Cube		136	10	218	32
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube		136	10	218	32
<u>Reefer Hold</u>						
Empty Positions	Standard		0	0	42	0
Max Stackweight	Standard		0	0	42	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard		0	0	42	0
Empty Positions	High Cube		0	0	42	0
Max Stackweight	High Cube		0	0	42	0
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube		0	0	42	0

'Max Stackweight' and 'Max Stackweight - Selfsustained' are the number of laden containers that can be loaded basis the maximum stackweight, calculating 26 mt gross for a laden FEU and 14 mt gross for a laden TEU
Above figures are as per vessel's technical layout. Actual container intake is subject to master's approval and depending on stability, stackweight and visibility.

Standard Voyage Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's
Standard Voyage	High Cube	126	0
Standard Voyage - Selfsustained	High Cube	126	0

'Standard Voyage' and 'Standard Voyage - Selfsustained' are the number of laden high cube (9'6") containers 26 mt gross that can be loaded on a voyage from Panama Canal to Rotterdam, with a full cargo of bananas in the holds and departing with full bunker tanks.

Reefer Plugs

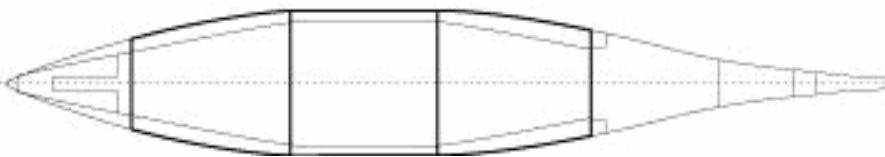
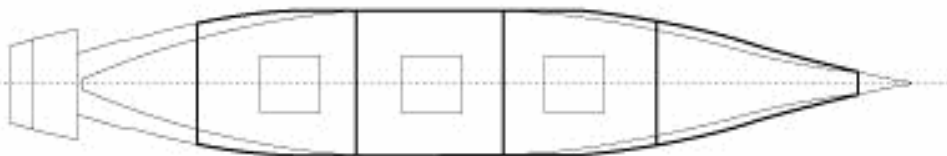
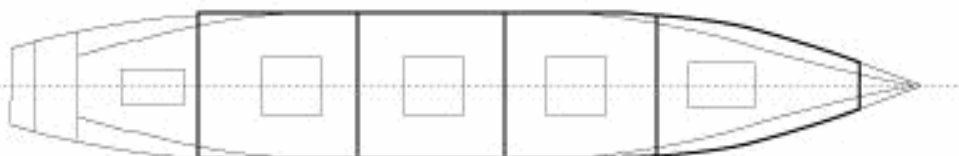
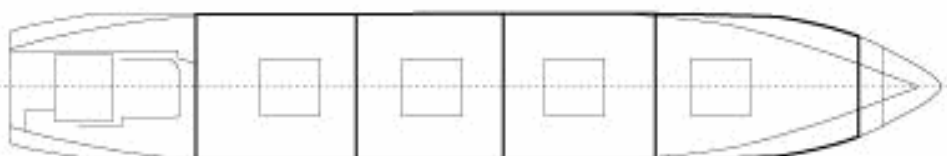
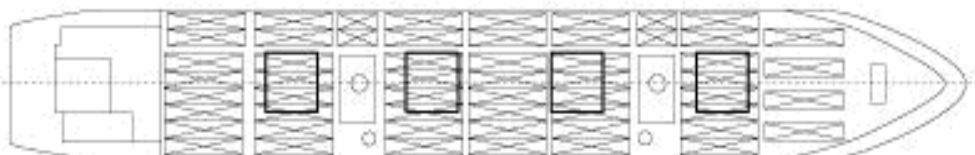
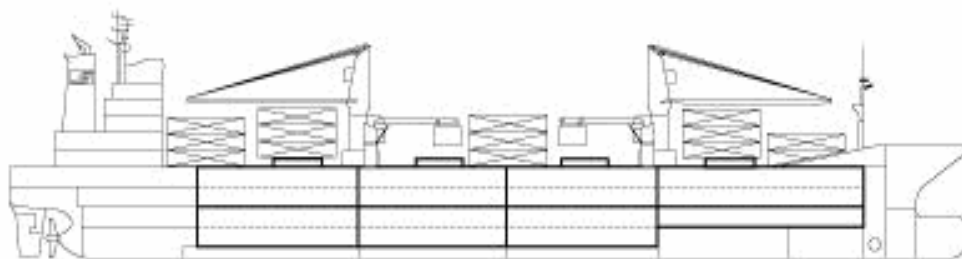
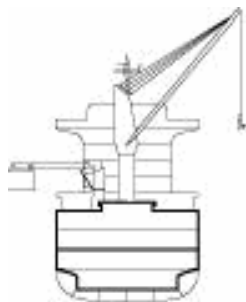
Total Number of Reeferplugs 126

Cargo Gear

- 2 Cranes x 40.0 mt
- 2 Pallet Cranes x 8.0 mt
- 1 Container spreader 40ft x 0.0 mt
- 1 Container spreader 20ft x 0.0 mt

Bunker Tank Capacities

	<u>Cbm (100%)</u>	<u>Cbm at max filling level*</u>	<u>mt**</u>
Bunkertanks dedicated for High Sulphur RMG380 (IFO380)	1,351	1,284	1,272
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur RMG380 (IFO380)	110	105	104
Overflow/Settling/Daytanks for RMG380 (IFO380)	23	20	20
Total bunker capacity for RMG380 (IFO380)	1,485	1,408	1,396
Bunkertanks dedicated for High Sulphur DMB (MDO)	65	62	53
Overflow/Settling/Daytanks for DMB (MDO)	13	11	9
Total bunker capacity for DMB (MDO)	78	72	62
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur DMA (MGO)	65	62	53
Total bunker capacity for DMA (MGO)	65	62	53
<p>*) Vessel shall not mix bunkers from different bunkerings in 1 bunker tank. This may reduce the actual bunker capacity. **) Capacity in mt serve as indication only.</p>			



CARIBBEAN MERMAID

539,648 cbft / 6,067.65 sqm



General

Built	February-1993	International	GT	NT
Flag	Liberia	Panama	9,829.00	3,538.00
Port of Registry	Monrovia	Suez		9,028.00
Callsign	A8JH5			
IMO/Lloyds nr	9064229		Draft	DWAT
Length over all [m]	141.80	Tropical		
Beam [m]	22.80	Summer	8.80	10,466
Depth [m]	13.00	Winter		
Bowthruster(s)				

Reefer

Holds	4
Hatches	4
Compartments	20
Minimum Deckheight [m]	2.20
Allowable weight of forklift including cargo	maximum 5 mt (Forklift to be equipped with minimum 4 airtyres)
Temperature zones	8
Independent cooling sections	1 UPDA/BCD, 2 UPDAB/CD, 3 UPDAB/CD, 4 UPDAB/CD
Temperature range [dC]	-30 / +13
Air circulations [/hr]	90
Air renewals [/hr]	4
USDA equipped	Yes, valid until 01-June-2016
CA	CA pre-piped

Classification Details

Classification Society	Bureau Veritas (BV)
Main Class symbols	I, +Hull, +MACH
Service Notations	+Refrigerated carrier, Equipped for carriage of vehicles in working order
Navigation Notations	Unrestricted Navigation
Additional Class Notations	+AUT-UMS, +REF-CARGO, INWATERSURVEY, ICE
Machinery	+MACH
Equivalent Finnish/Swedish	
Ice Strengthening	

Reefer Compartment Capacity Breakdown

	Hold 1		Hold 2		Hold 3		Hold 4		Total	
	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm
UPD	6,812	68.52	6,812	68.52	6,812	68.52	6,812	68.52	27,248	274.08
A	37,032	414.82	35,186	417.05	35,459	424.66	39,627	475.45	147,304	1,731.98
B	31,028	306.03	34,353	401.47	35,770	428.89	39,910	475.15	141,061	1,611.54
C	20,408	213.19	32,628	355.17	35,661	426.56	33,380	379.50	122,077	1,374.42
D	14,864	161.25	25,801	269.39	34,006	378.02	27,287	266.97	101,958	1,075.63
Total	110,144	1,163.81	134,780	1,511.60	147,708	1,726.65	147,016	1,665.59	539,648	6,067.65

Hatch sizes

	Hold 1	Hold 2	Hold 3	Hold 4
	l x b	l x b	l x b	l x b
Weatherdeck	7.60 x 7.10	7.60 x 7.10	7.60 x 7.10	7.60 x 7.10
UPD				
A				
B				
C				

Hatch sizes Container holds

Container Hold	l x b

CARIBBEAN MERMAID

539,648 cbft / 6,067.65 sqm

Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's	Max TEU's	Add. FEU's
<u>On Weather Deck and Hatches</u>					
Empty Positions	Standard	73	0	140	13
Max Stackweight	Standard	65	0	80	9
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	65	0	80	9
Empty Positions	High Cube	73	0	80	9
Max Stackweight	High Cube	57	0	80	9
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube	57	0	80	9
<u>Reefer Hold</u>					
Empty Positions	Standard	0	0	0	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	0	0	0	0
Empty Positions	High Cube	0	0	0	0
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube	0	0	0	0

'Max Stackweight' and 'Max Stackweight - Selfsustained' are the number of laden containers that can be loaded basis the maximum stackweight, calculating 26 mt gross for a laden FEU and 14 mt gross for a laden TEU

Above figures are as per vessel's technical layout. Actual container intake is subject to master's approval and depending on stability, stackweight and visibility.

Standard Voyage Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's
Standard Voyage	High Cube	57	0
Standard Voyage - Selfsustained	High Cube	57	0

'Standard Voyage' and 'Standard Voyage - Selfsustained' are the number of laden high cube (9'6") containers 26 mt gross that can be loaded on a voyage from Panama Canal to Rotterdam, with a full cargo of bananas in the holds and departing with full bunker tanks.

Reefer Plugs

Total Number of Reeferplugs 65

Cargo Gear

2 Cranes x 10.0 mt

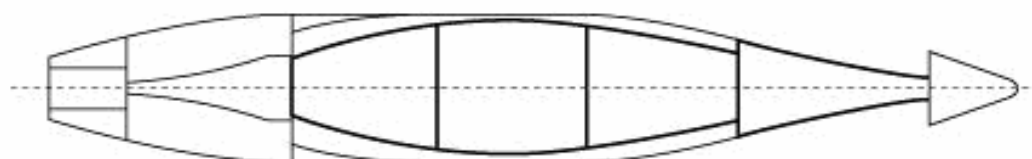
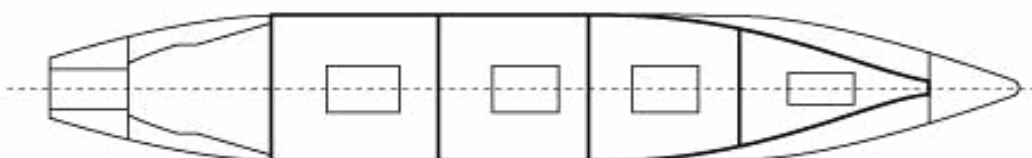
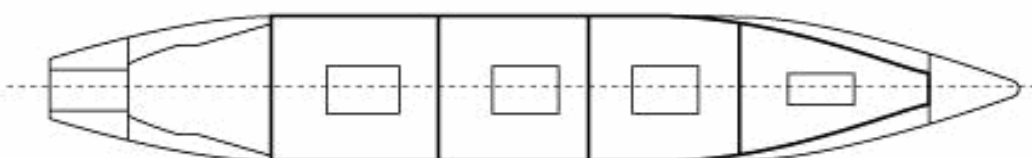
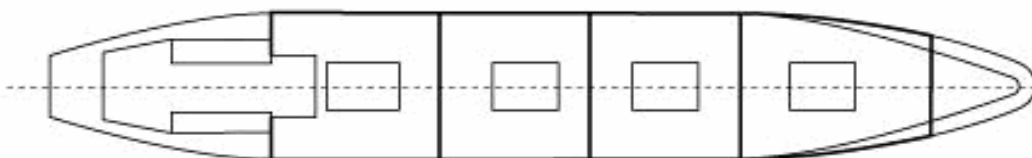
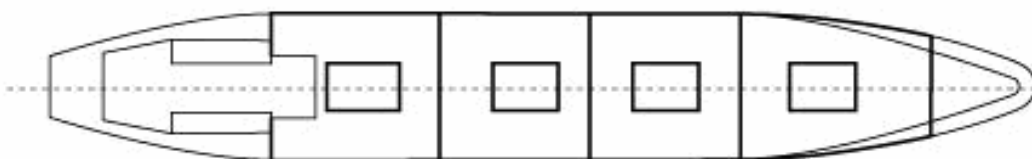
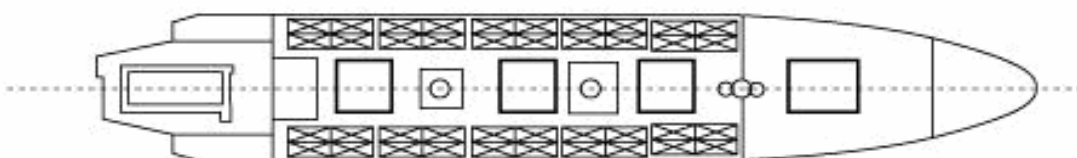
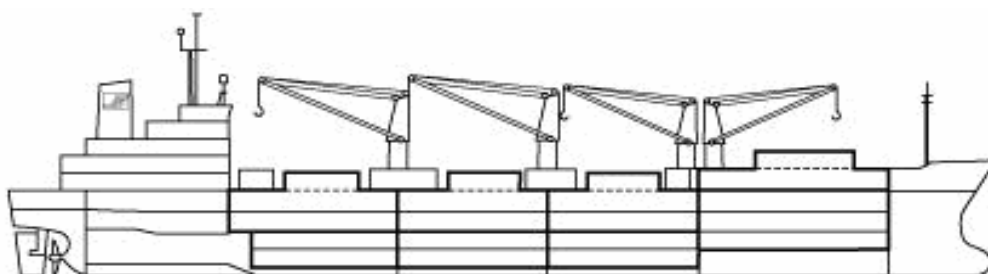
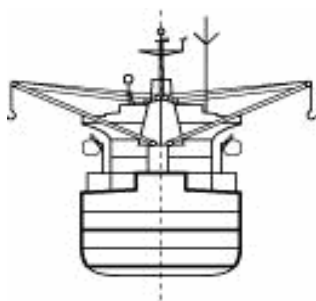
2 Cranes x 30.0 mt

1 Container spreader 40ft x 0.0 mt

Bunker Tank Capacities

	<u>Cbm (100%)</u>	<u>Cbm at max filling level*</u>	<u>mt**</u>
Bunkertanks dedicated for High Sulphur RMG380 (IFO380)	1,196	1,016	1,007
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur RMG380 (IFO380)	314	267	265
Total bunker capacity for RMG380 (IFO380)	1,510	1,284	1,272
Bunkertanks dedicated for High Sulphur DMA (MGO)	107	91	77
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur DMA (MGO)	107	91	90
Total bunker capacity for DMA (MGO)	215	182	168

*) Vessel shall not mix bunkers from different bunkerings in 1 bunker tank. This may reduce the actual bunker capacity.
**) Capacity in mt serve as indication only.





General

Built	January-2000	International	GT	NT
Flag	Liberia	Panama	10,532.00	5,406.00
Port of Registry	Monrovia	Suez		9,084.00
Callsign	A8IP3			5,406.00
IMO/Lloyds nr	9202857		Draft	DWAT
Length over all [m]	151.99	Tropical	9.67	12,734
Beam [m]	23.00	Summer	9.67	12,734
Depth [m]	13.00	Winter	9.67	12,734
Bowthruster(s)		Permanent Ballast		696

Reefer

Holds	4
Hatches	4
Compartments	16
Minimum Deckheight [m]	2.20
Allowable weight of forklift including cargo	maximum 6 mt (Forklift to be equipped with minimum 4 airtyres)
Temperature zones	8
Independent cooling sections	1 A/BCD, 2 AB/CD, 3 AB/CD, 4 AB/CD
Temperature range [dC]	-30/+15
Air circulations [/hr]	90
Air renewals [/hr]	4
USDA equipped	Yes, certificate expired
CA	CA pre-piped

Classification Details

Classification Society	Bureau Veritas (BV)
Main Class symbols	I, +HULL, +MACH
Service Notations	+Refrigerated cargo ship, Equiped for carriage of containers
Navigation Notations	Unrestricted Navigation
Additional Class Notations	+REF-CARGO-AIRCONT
Machinery	+MACH
Equivalent Finnish/Swedish	
Ice Strenghtening	

Reefer Compartment Capacity Breakdown

	Hold 1		Hold 2		Hold 3		Hold 4		Total	
	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm
A	45,347	489.21	43,758	462.52	45,055	480.07	44,964	478.39	179,124	1,910.19
B	25,886	307.47	37,499	435.37	40,029	480.74	39,529	474.12	142,943	1,697.70
C	20,176	215.05	30,996	380.35	38,722	475.65	35,026	431.78	124,920	1,502.83
D	8,608	106.83	26,242	283.40	37,203	433.70	29,678	308.87	101,731	1,132.80
Total	100,017	1,118.56	138,495	1,561.64	161,009	1,870.16	149,197	1,693.16	548,718	6,243.52

Hatch sizes

	Hold 1	Hold 2	Hold 3	Hold 4
	I x b	I x b	I x b	I x b
Weatherdeck	13.00 x 7.85	13.00 x 7.85	13.00 x 7.85	13.00 x 7.85
A				
B				
C				

Hatch sizes Container holds

Container Hold	I x b

EMERALD

548,718 cbft / 6,243.52 sqm

Container Carrying Capacity			Max FEU's	Add. TEU's	Max TEU's	Add. FEU's
<u>On Weather Deck and Hatches</u>						
Empty Positions	Standard		106	0	212	0
Max Stackweight	Standard		106	0	212	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard		106	0	212	0
<u>Reefer Hold</u>						
Empty Positions	Standard		36	0	72	0
Max Stackweight	Standard		36	0	72	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard		36	0	72	0
Empty Positions	High Cube		36	0	72	0
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube		36	0	72	0

'Max Stackweight' and 'Max Stackweight - Selfsustained' are the number of laden containers that can be loaded basis the maximum stackweight, calculating 26 mt gross for a laden FEU and 14 mt gross for a laden TEU

Above figures are as per vessel's technical layout. Actual container intake is subject to master's approval and depending on stability, stackweight and visibility.

Standard Voyage Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's
Standard Voyage	High Cube	96	0
Standard Voyage - Selfsustained	High Cube	96	0

'Standard Voyage' and 'Standard Voyage - Selfsustained' are the number of laden high cube (9'6") containers 26 mt gross that can be loaded on a voyage from Panama Canal to Rotterdam, with a full cargo of bananas in the holds and departing with full bunker tanks.

Reefer Plugs

Total Number of Reeferplugs 106

Cargo Gear

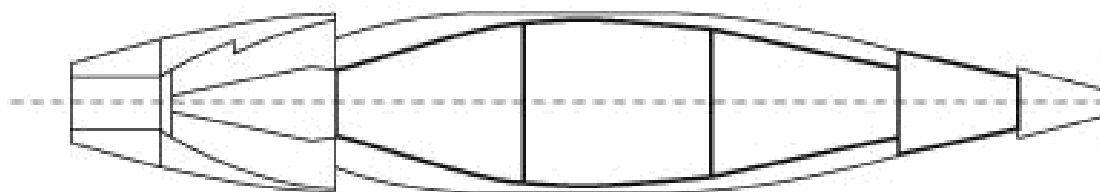
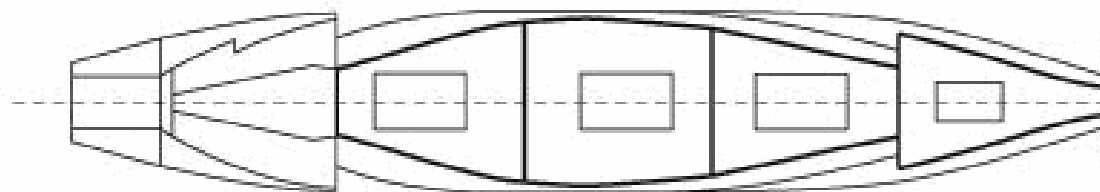
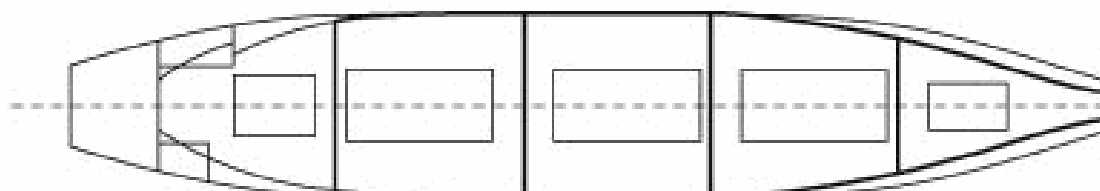
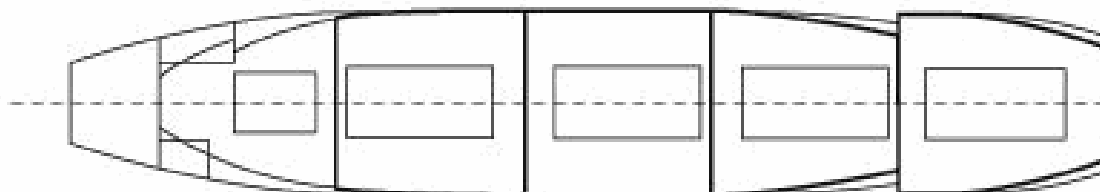
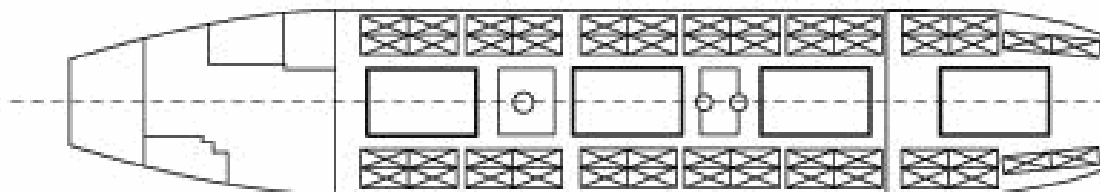
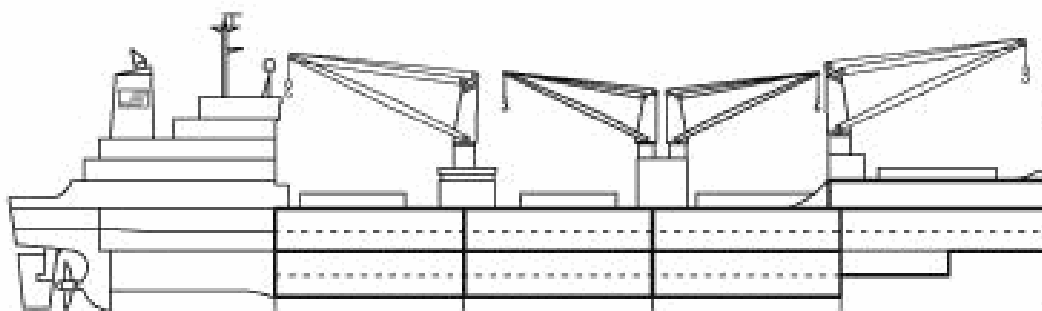
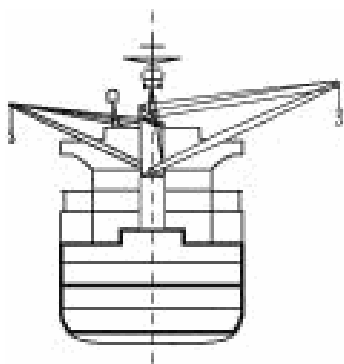
2 Cranes x 8.0 mt

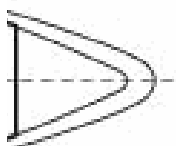
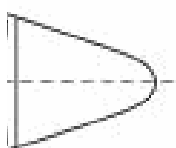
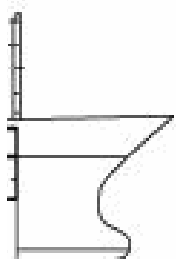
2 Cranes x 36.0 mt

Bunker Tank Capacities

	<u>Cbm (100%)</u>	<u>Cbm at max filling level*</u>	<u>mt**</u>
Bunkertanks dedicated for High Sulphur RMG380 (IFO380)	1,393	1,170	1,160
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur RMG380 (IFO380)	325	276	273
Total bunker capacity for RMG380 (IFO380)	1,718	1,446	1,433
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur DMA (MGO)	104	88	76
Total bunker capacity for DMA (MGO)	104	88	76

*) Vessel shall not mix bunkers from different bunkerings in 1 bunker tank. This may reduce the actual bunker capacity.
**) Capacity in mt serve as indication only.







General

Built	February-2000	International	GT	NT
Flag	Dutch	Panama	11,382.00	6,408.00
Port of Registry	Scheveningen	Suez		10,025.00
Callsign	PCIH			10,107.81
IMO/Lloyds nr	9172959		Draft	DWAT
Length over all [m]	155.00	Tropical		
Beam [m]	24.00	Summer	10.12	12,902
Depth [m]	13.80	Winter		
Bowthruster(s)	1			

Reefer

Holds	4
Hatches	4
Compartments	19
Minimum Deckheight [m]	2.30
Allowable weight of forklift including cargo	maximum 9 mt (Forklift to be equipped with minimum 4 airtyres)
Temperature zones	8
Independent cooling sections	1 UPDAB/C, 2 UPDAB/CD, 3 UPDAB/CD, 4 UPDAB/CD
Temperature range [dC]	-25 / +15
Air circulations [/hr]	90
Air renewals [/hr]	4
USDA equipped	Yes, valid until 01-August-2014
CA	CA pre-piped

Classification Details

Classification Society	Bureau Veritas (BV)
Main Class symbols	I 3/3 E
Service Notations	+Container ship, Refrigerated carrier
Navigation Notations	Deep sea
Additional Class Notations	+AUT MS, +RMC
Machinery	+MACH
Equivalent Finnish/Swedish	
Ice Strengthening	

Reefer Compartment Capacity Breakdown

	Hold 1		Hold 2		Hold 3		Hold 4		Total	
	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm
UPD	7,108	86.00	11,890	144.00	11,890	144.00	11,890	144.00	42,778	518.00
A	41,565	420.00	47,759	532.00	46,537	517.00	41,308	469.00	177,169	1,938.00
B	25,347	290.00	44,219	500.00	46,162	522.00	38,373	437.00	154,101	1,749.00
C	15,994	191.00	37,734	436.00	44,962	516.00	32,098	368.00	130,788	1,511.00
D			25,214	300.00	28,588	338.00	22,116	259.00	75,918	897.00
Total	90,014	987.00	166,816	1,912.00	178,139	2,037.00	145,785	1,677.00	580,754	6,613.00

Hatch sizes

	Hold 1	Hold 2	Hold 3	Hold 4
	l x b	l x b	l x b	l x b
Weatherdeck	8.00 x 10.60	13.50 x 10.60	13.50 x 10.60	13.50 x 10.60
UPD	8.00 x 10.60	12.80 x 10.60	12.80 x 10.60	12.80 x 10.60
A	8.00 x 10.60	12.80 x 10.60	12.80 x 10.60	12.80 x 10.60
B	8.00 x 8.00	12.80 x 10.60	12.80 x 10.60	12.80 x 10.60
C		12.80 x 10.60	12.80 x 10.60	12.80 x 10.60

Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's	Max TEU's	Add. FEU's
<u>On Weather Deck and Hatches</u>					
Empty Positions	Standard	207	0	390	0
Max Stackweight	Standard	180	0	240	60
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	180	0	240	60
Empty Positions	High Cube	207	0	390	0
Max Stackweight	High Cube	180	0	240	60
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube	180	0	240	60
<u>Reefer Hold</u>					
Empty Positions	Standard	60	12	132	0
Max Stackweight	Standard	60	12	132	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	60	12	132	0
Empty Positions	High Cube	60	12	132	0
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube	60	12	132	0

'Max Stackweight' and 'Max Stackweight - Selfsustained' are the number of laden containers that can be loaded basis the maximum stackweight, calculating 26 mt gross for a laden FEU and 14 mt gross for a laden TEU

Above figures are as per vessel's technical layout. Actual container intake is subject to master's approval and depending on stability, stackweight and visibility.

Standard Voyage Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's
Standard Voyage	High Cube	150	0
Standard Voyage - Selfsustained	High Cube	150	0

'Standard Voyage' and 'Standard Voyage - Selfsustained' are the number of laden high cube (9'6") containers 26 mt gross that can be loaded on a voyage from Panama Canal to Rotterdam, with a full cargo of bananas in the holds and departing with full bunker tanks.

Reefer Plugs

Total Number of Reeferplugs 185

Cargo Gear

2 Cranes x 40.0 mt

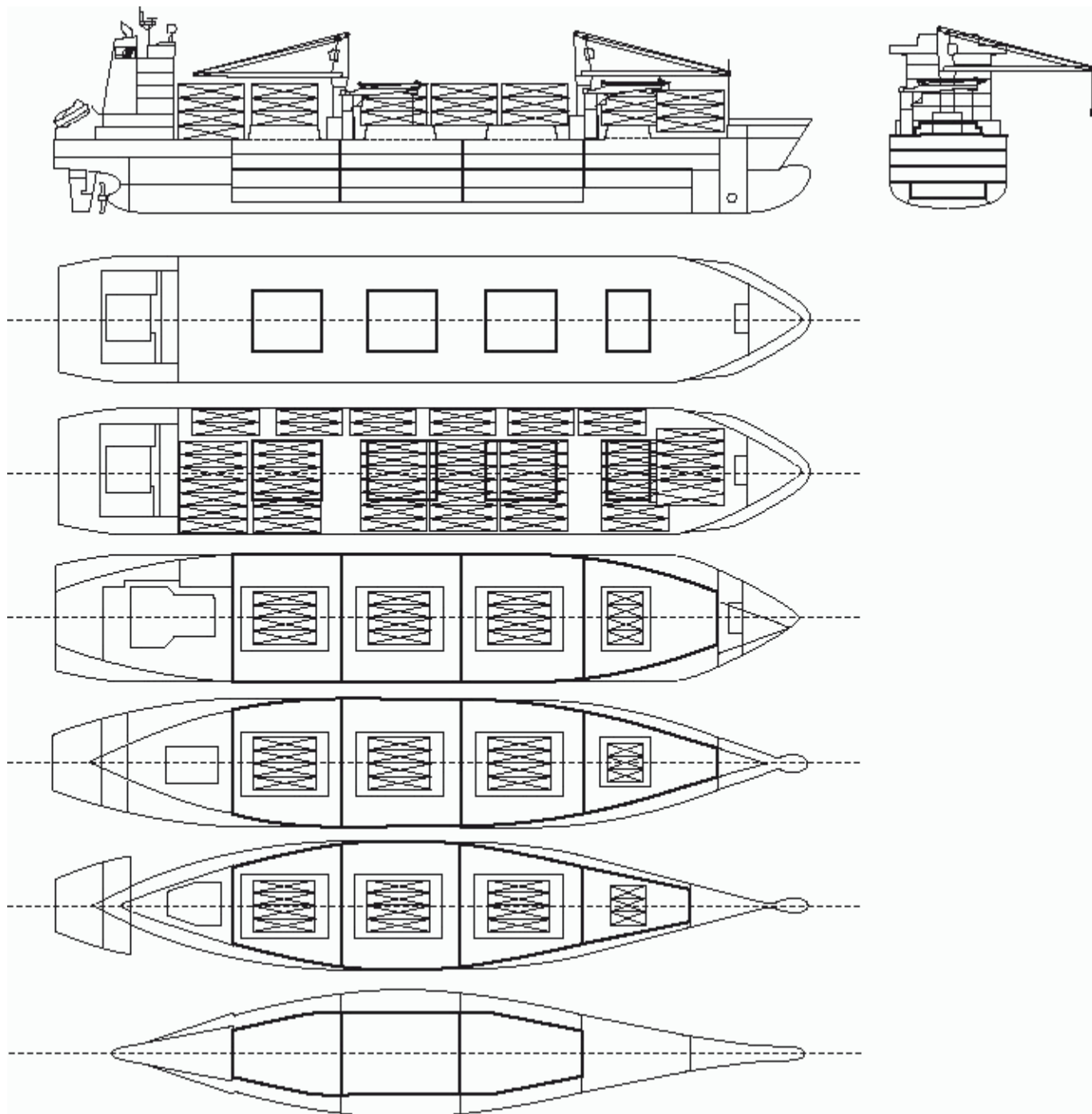
2 Pallet Cranes x 8.0 mt

1 Container spreader 40ft x 0.0 mt

1 Container spreader 20ft x 0.0 mt

Bunker Tank Capacities

	<u>Cbm (100%)</u>	<u>Cbm at max filling level*</u>	<u>mt**</u>
Bunkertanks dedicated for High Sulphur RMG380 (IFO380)	1,723	1,591	1,577
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur RMG380 (IFO380)	308	292	290
Total bunker capacity for RMG380 (IFO380)	2,030	1,883	1,866
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur DMB (MDO)	167	159	135
Total bunker capacity for DMB (MDO)	167	159	135
<p>*) Vessel shall not mix bunkers from different bunkerings in 1 bunker tank. This may reduce the actual bunker capacity. **) Capacity in mt serve as indication only.</p>			



LADY RAČIŠĆE

590,227 cbft / 6,905.90 sqm



General

Built	January-2000	International	GT	NT
Flag	Marshall Islands	Panama	11,443.00	6,336.00
Port of Registry	Majuro Atoll	Suez		9,880.00
Callsign	V7FC9			9,166.00
IMO/Lloyds nr	9160724		Draft	DWAT
Length over all [m]	155.25	Tropical	9.71	13,482
Beam [m]	23.40	Summer	9.52	12,913
Depth [m]	13.20	Winter	9.32	12,353
Bowthruster(s)				

Reefer

Holds	4
Hatches	4
Compartments	16
Minimum Deckheight [m]	2.20
Allowable weight of forklift including cargo	maximum 7 mt (Forklift to be equipped with minimum 4 airtyres)
Temperature zones	8
Independent cooling sections	1 FCA/BC, 2 AB/CD, 3 AB/CD, 4 AB/CD
Temperature range [dC]	-25/+13
Air circulations [/hr]	90
Air renewals [/hr]	2
USDA equipped	Yes, certificate expired
CA	CA pre-piped

Classification Details

Classification Society	Bureau Veritas (BV)
Main Class symbols	I, +Hull, +Mach
Service Notations	Container ship, Refrigerated cargo ship
Navigation Notations	Unrestricted navigation
Additional Class Notations	+AUT-UMS (SS), +SYS-NEQ-1 (SS), +REF-CARGO (CS)
Machinery	+MACH
Equivalent Finnish/Swedish	
Ice Strengthening	

Reefer Compartment Capacity Breakdown

	Hold 1		Hold 2		Hold 3		Hold 4		Total	
	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm
A	43,067	465.80	47,526	539.90	47,392	533.60	48,750	558.10	186,735	2,097.40
B	34,501	357.00	42,896	504.60	42,817	534.60	46,983	539.80	167,197	1,936.00
C	21,370	240.00	36,841	444.20	42,493	530.00	36,922	444.80	137,626	1,659.00
D	16,515	173.70	24,787	312.40	33,750	424.80	23,617	302.60	98,669	1,213.50
Total	115,453	1,236.50	152,050	1,801.10	166,452	2,023.00	156,272	1,845.30	590,227	6,905.90

Hatch sizes

	Hold 1	Hold 2	Hold 3	Hold 4
	l x b	l x b	l x b	l x b
Weatherdeck	6.16 x 6.00	12.82 x 8.00	12.82 x 8.00	12.82 x 8.00
A	6.16 x 6.00	12.82 x 8.00	12.82 x 8.00	12.82 x 8.00
B	6.16 x 6.00	12.82 x 8.00	12.82 x 8.00	12.82 x 8.00
C	6.16 x 6.00	12.82 x 8.00	12.82 x 8.00	12.82 x 8.00

Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's	Max TEU's	Add. FEU's
<u>On Weather Deck and Hatches</u>					
Empty Positions	Standard	120	20	168	46
Max Stackweight	Standard	120	20	168	46
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	120	20	168	46
<u>Reefer Hold</u>					
Empty Positions	Standard	36	0	72	0
Max Stackweight	Standard	36	0	72	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	36	0	72	0

'Max Stackweight' and 'Max Stackweight - Selfsustained' are the number of laden containers that can be loaded basis the maximum stackweight, calculating 26 mt gross for a laden FEU and 14 mt gross for a laden TEU
Above figures are as per vessel's technical layout. Actual container intake is subject to master's approval and depending on stability, stackweight and visibility.

Standard Voyage Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's
Standard Voyage	High Cube	116	0
Standard Voyage - Selfsustained	High Cube	116	0

'Standard Voyage' and 'Standard Voyage - Selfsustained' are the number of laden high cube (9'6") containers 26 mt gross that can be loaded on a voyage from Panama Canal to Rotterdam, with a full cargo of bananas in the holds and departing with full bunker tanks.

Reefer Plugs

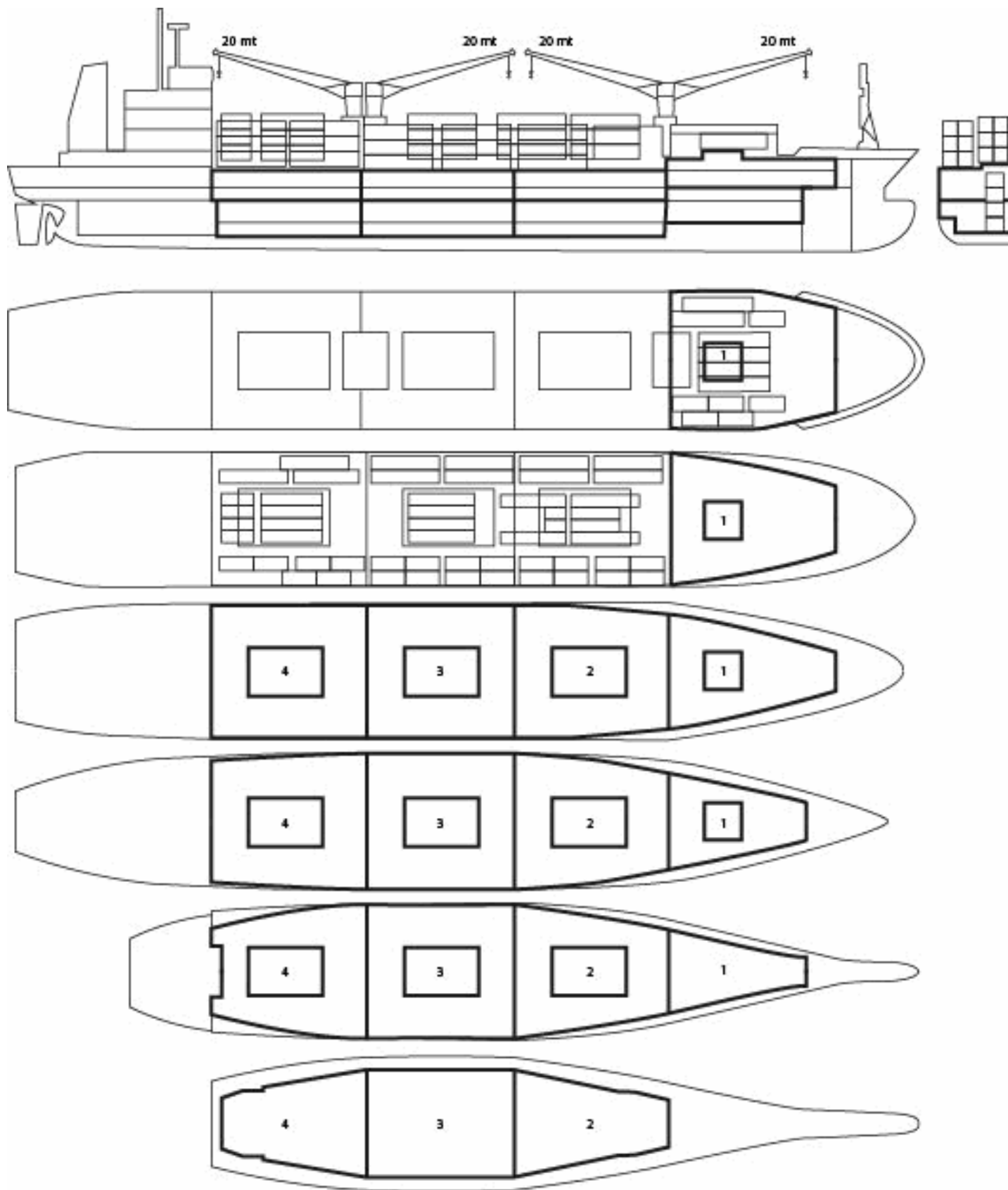
Total Number of Reeferplugs 120

Cargo Gear

4 Cranes x 20.0 mt or 2 x 40.0 mt in Twin

Bunker Tank Capacities

	<u>Cbm (100%)</u>	<u>Cbm at max filling level*</u>	<u>mt**</u>
Bunkertanks dedicated for High Sulphur RMG380 (IFO380)	1,225	1,041	1,032
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur RMG380 (IFO380)	330	280	278
Overflow/Settling/Daytanks for RMG380 (IFO380)	116	88	87
Total bunker capacity for RMG380 (IFO380)	1,670	1,409	1,396
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur DMA (MGO)	123	104	90
Total bunker capacity for DMA (MGO)	123	104	90
*) Vessel shall not mix bunkers from different bunkerings in 1 bunker tank. This may reduce the actual bunker capacity.			
**) Capacity in mt serve as indication only.			





LUZON STRAIT

626,011 cbft / 7,340.55 sqm



General

Built	September-2002	International	GT	NT
Flag	Liberia	Panama	14,413.00	7,536.00
Port of Registry	Monrovia	Suez		12,563.00
Callsign	A8IO4			12,848.07
IMO/Lloyds nr	9204960		Draft	DWAT
Length over all [m]	167.00	Tropical		
Beam [m]	25.00	Summer	10.02	15,917
Depth [m]	13.40	Winter		
Bowthruster(s)	1			

Reefer

Holds	4
Hatches	4
Compartments	15
Minimum Deckheight [m]	2.25
Allowable weight of forklift including cargo	maximum 5 mt (Forklift to be equipped with minimum 4 airtyres)
Temperature zones	8
Independent cooling sections	1 FC/AB, 2 AB/CD, 3 AB/CD, 4 AB/CD
Temperature range [dC]	
Air circulations [/hr]	90
Air renewals [/hr]	2
USDA equipped	Yes, certificate expired
CA	Fully CA fitted, including own CA plant
Additional	MA plant

Classification Details

Classification Society	Bureau Veritas (BV)
Main Class symbols	I
Service Notations	+Container ship, Refrigerated cargo ship
Navigation Notations	Unrestricted Navigation
Additional Class Notations	Ice III, +AUT MS, +SYS-NEQ-1, MON-SHAFT, +REF-CARGO-AIRCONT, INWATERSURVEY
Machinery	+MACH
Equivalent Finnish/Swedish	
Ice Strengthening	

Reefer Compartment Capacity Breakdown

	Hold 1		Hold 2		Hold 3		Hold 4		Total	
	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm
FC	47,441	554.66							47,441	554.66
A	27,797	327.69	52,133	614.60	57,199	674.30	48,589	572.80	185,718	2,189.39
B	14,693	174.08	45,853	543.29	56,447	669.44	48,239	571.54	165,232	1,958.35
C			38,542	441.33	57,100	653.28	43,309	495.91	138,951	1,590.52
D			24,048	284.19	42,221	498.98	22,400	264.46	88,669	1,047.63
Total	89,931	1,056.43	160,576	1,883.41	212,967	2,496.00	162,537	1,904.71	626,011	7,340.55

Hatch sizes

	Hold 1	Hold 2	Hold 3	Hold 4
	l x b	l x b	l x b	l x b
Weatherdeck	3.30 x 6.00	3.30 x 6.00	3.30 x 6.00	3.30 x 6.00
FC				
A				
B				
C				

Hatch sizes Container holds

Container Hold	l x b

LUZON STRAIT

626,011 cbft / 7,340.55 sqm

Container Carrying Capacity			Max FEU's	Add. TEU's	Max TEU's	Add. FEU's
<u>On Weather Deck and Hatches</u>						
Empty Positions	Standard		220	0	440	0
Max Stackweight	Standard		200	0	396	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard		200	0	396	0
Empty Positions	High Cube		220	0	440	0
Max Stackweight	High Cube		200	0	396	0
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube		200	0	396	0
<u>Reefer Hold</u>						
Empty Positions	Standard		0	0	0	0
Max Stackweight	Standard		0	0	0	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard		0	0	0	0
Empty Positions	High Cube		0	0	0	0
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube		0	0	0	0

'Max Stackweight' and 'Max Stackweight - Selfsustained' are the number of laden containers that can be loaded basis the maximum stackweight, calculating 26 mt gross for a laden FEU and 14 mt gross for a laden TEU
Above figures are as per vessel's technical layout. Actual container intake is subject to master's approval and depending on stability, stackweight and visibility.

Standard Voyage Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's
Standard Voyage	High Cube	192	0
Standard Voyage - Selfsustained	High Cube	192	0

'Standard Voyage' and 'Standard Voyage - Selfsustained' are the number of laden high cube (9'6") containers 26 mt gross that can be loaded on a voyage from Panama Canal to Rotterdam, with a full cargo of bananas in the holds and departing with full bunker tanks.

Reefer Plugs

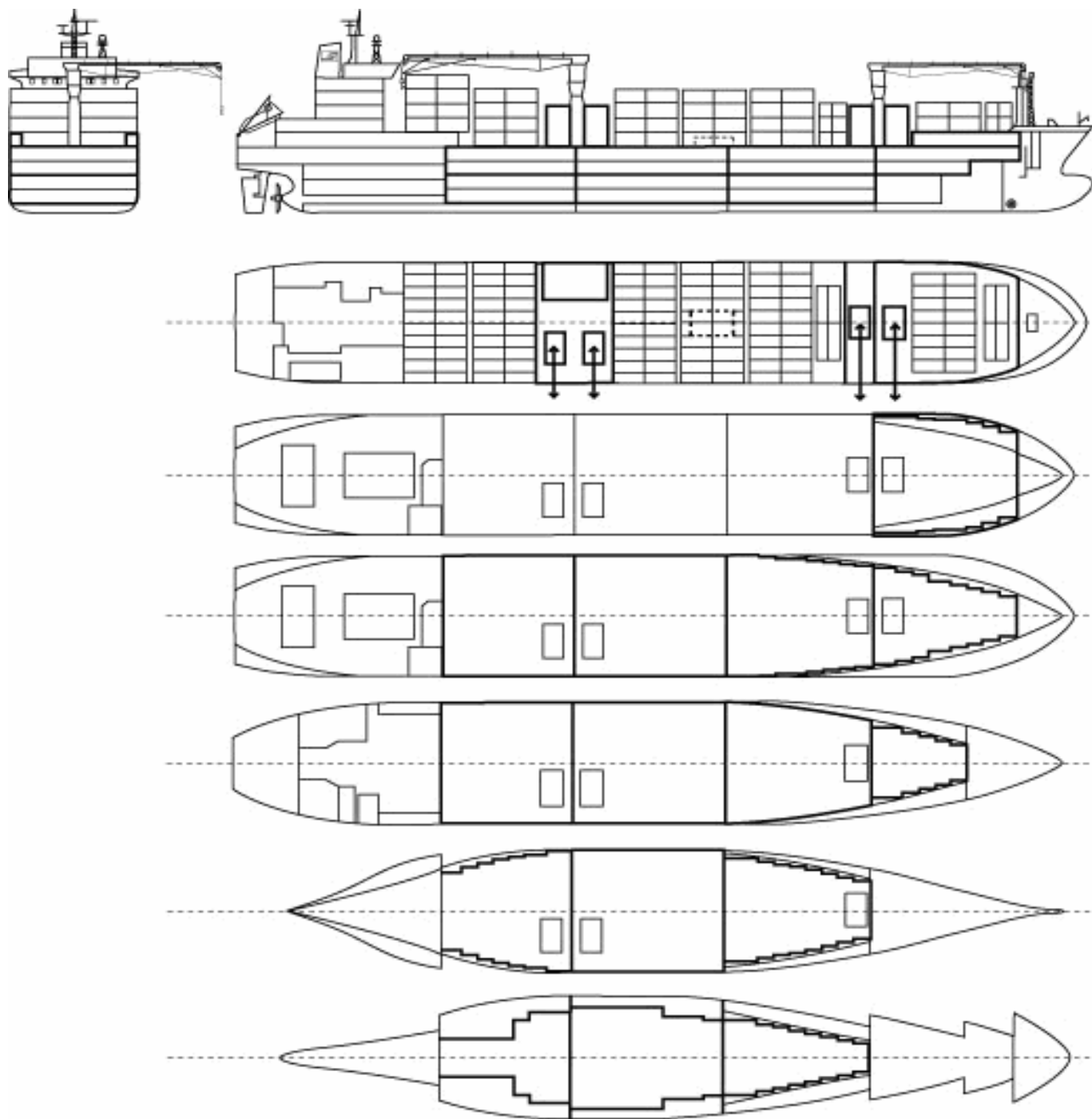
Total Number of Reeferplugs 200

Cargo Gear

- 2 Cranes x 45.0 mt
- 4 Sideloaders x 12.5 mt
- 1 Container spreader 40ft x 0.0 mt
- 1 Container spreader 20ft x 0.0 mt

Bunker Tank Capacities

	<u>Cbm (100%)</u>	<u>Cbm at max filling level*</u>	<u>mt**</u>
Bunkertanks dedicated for High Sulphur RMG380 (IFO380)	1,943	1,816	1,799
Overflow/Settling/Daytanks for RMG380 (IFO380)	74	63	62
Total bunker capacity for RMG380 (IFO380)	2,017	1,879	1,862
Bunkertanks dedicated for High Sulphur DMB (MDO)	223	208	177
Total bunker capacity for DMB (MDO)	223	208	177
<p>*) Vessel shall not mix bunkers from different bunkerings in 1 bunker tank. This may reduce the actual bunker capacity. **) Capacity in mt serve as indication only.</p>			



ATLANTIC KLIPPER

661,530 cbft / 7,118.20 sqm



General

Built	January-2011	International	GT	NT
Flag	Dutch	Panama	14,091.00	7,603.00
Port of Registry	Scheveningen	Suez		11,824.00
Callsign	PCIU			12,766.65
IMO/Lloyds nr	9454761		Draft	DWAT
		Tropical	10.53	16,413
Length over all [m]	165.00	Summer	10.32	15,693
Beam [m]	25.00	Winter	10.10	14,979
Depth [m]	14.00			
Bowthruster(s)	1			

Reefer

Holds	4
Hatches	4
Compartments	16
Minimum Deckheight [m]	2.30
Allowable weight of forklift including cargo	maximum 9 mt (Forklift to be equipped with minimum 4 airtyres)
Temperature zones	8
Independent cooling sections	1 FCA/BC, 2 AB/CD, 3 AB/CD, 4 AB/CD
Temperature range [dC]	-25/+15
Air circulations [/hr]	90/60/45
Air renewals [/hr]	3
USDA equipped	Yes, valid until 01-April-2014
CA	CA pre-piped

Classification Details

Classification Society	Bureau Veritas (BV)
Main Class symbols	I, +Hull, +Mach
Service Notations	Container ship, Refrigerated cargo ship, Equipped for the carriage of vehicles
Navigation Notations	Unrestricted navigation
Additional Class Notations	+AUT-UMS, MON-SHAFT, +REF-CARGO-AIRCONT, REF-CONT(E), ICE CLASS IB, INWATERSURVEY
Machinery	+MACH
Equivalent Finnish/Swedish	
Ice Strengthening	IB

Reefer Compartment Capacity Breakdown

	Hold 1		Hold 2		Hold 3		Hold 4		Total	
	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm	Cbft	Sqm
FC	55,656	573.90							55,656	573.90
A	33,217	346.80	52,410	535.30	52,659	543.90	48,111	486.50	186,397	1,912.50
B	26,365	284.60	46,162	513.20	48,194	546.70	43,397	484.70	164,118	1,829.20
C	22,541	237.50	41,606	464.30	47,038	541.30	40,114	440.90	151,299	1,684.00
D			35,636	371.90	34,397	403.30	34,027	343.40	104,060	1,118.60
Total	137,779	1,442.80	175,814	1,884.70	182,288	2,035.20	165,649	1,755.50	661,530	7,118.20

Hatch sizes

	Hold 1	Hold 2	Hold 3	Hold 4
	l x b	l x b	l x b	l x b
Weatherdeck	7.00 x 10.50	12.60 x 10.50	12.60 x 10.50	12.60 x 10.50
FC	7.00 x 10.50			
A	7.00 x 10.50	12.60 x 10.50	12.60 x 10.50	12.60 x 10.50
B	7.00 x 8.00	12.60 x 10.50	12.60 x 10.50	12.60 x 10.50
C		12.60 x 10.50	12.60 x 10.50	12.60 x 10.50

Hatch sizes Container holds

Container Hold	l x b
----------------	-------

ATLANTIC KLIPPER

661,530 cbft / 7,118.20 sqm

Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's	Max TEU's	Add. FEU's
<u>On Weather Deck and Hatches</u>					
Empty Positions	Standard	267	9	552	0
Max Stackweight	Standard	247	9	503	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	247	9	434	0
Empty Positions	High Cube	249	9	507	0
Max Stackweight	High Cube	247	9	503	0
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube	247	9	434	0
<u>Reefer Hold</u>					
Empty Positions	Standard	48	12	108	0
Max Stackweight	Standard	48	12	108	0
Max Stackweight - Selfsustained	Standard	48	12	108	0
Empty Positions	High Cube	48	12	108	0
Max Stackweight	High Cube	48	12	108	0
Max Stackweight - Selfsustained	High Cube	48	12	108	0

'Max Stackweight' and 'Max Stackweight - Selfsustained' are the number of laden containers that can be loaded basis the maximum stackweight, calculating 26 mt gross for a laden FEU and 14 mt gross for a laden TEU

Above figures are as per vessel's technical layout. Actual container intake is subject to master's approval and depending on stability, stackweight and visibility.

Standard Voyage Container Carrying Capacity		Max FEU's	Add. TEU's
Standard Voyage	High Cube	192	0
Standard Voyage - Selfsustained	High Cube	192	0

'Standard Voyage' and 'Standard Voyage - Selfsustained' are the number of laden high cube (9'6") containers 26 mt gross that can be loaded on a voyage from Panama Canal to Rotterdam, with a full cargo of bananas in the holds and departing with full bunker tanks.

Reefer Plugs

Total Number of Reeferplugs 200

Cargo Gear

2 Cranes x 8.0 mt

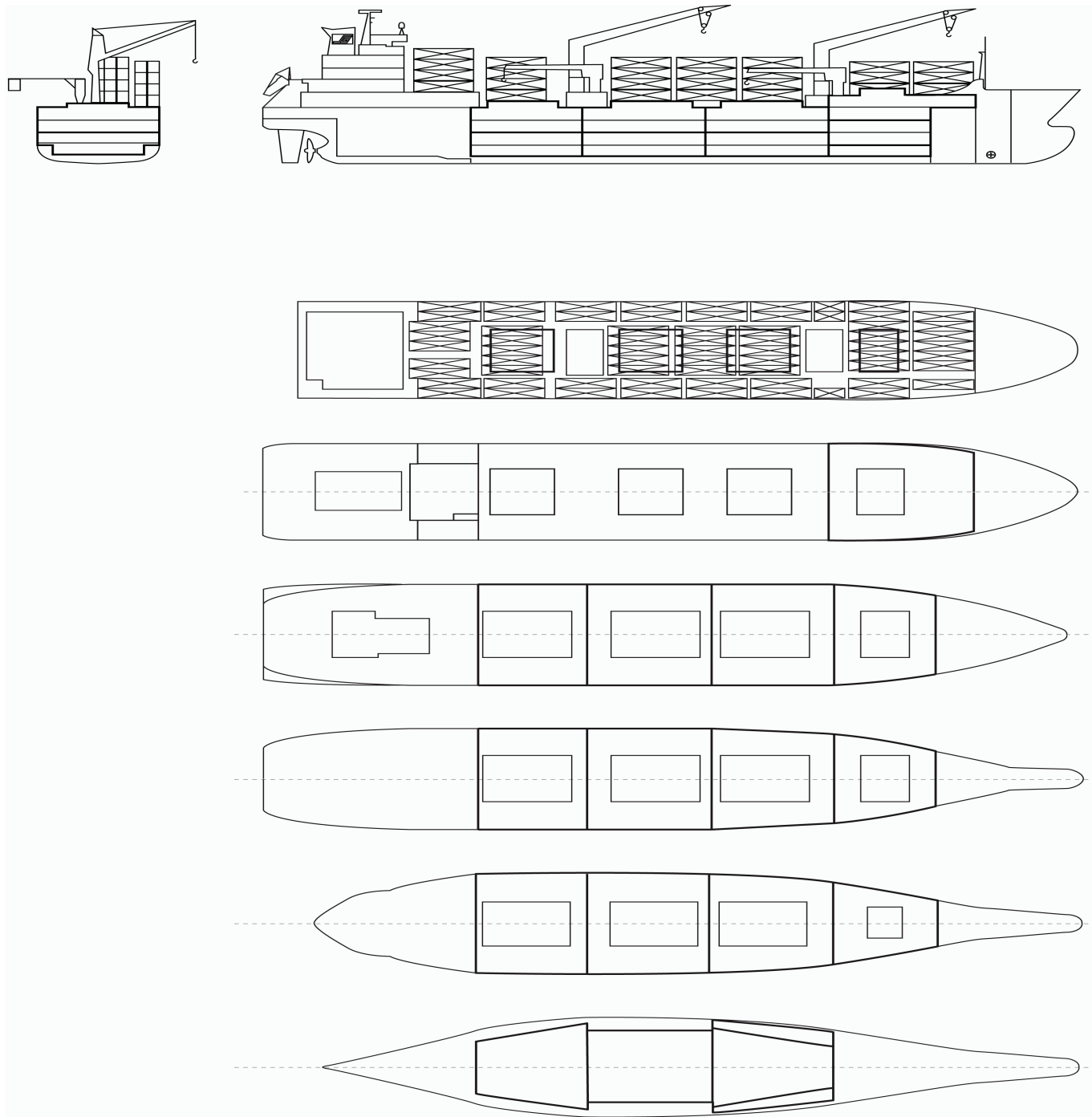
2 Cranes x 40.0 mt

Bunker Tank Capacities

	<u>Cbm (100%)</u>	<u>Cbm at max filling level*</u>	<u>mt**</u>
Bunkertanks dedicated for High Sulphur RMG380 (IFO380)	1,619	1,516	1,502
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur RMG380 (IFO380)	405	385	381
Overflow/Settling/Daytanks for RMG380 (IFO380)	119	99	98
Total bunker capacity for RMG380 (IFO380)	2,143	2,000	1,982
Bunkertanks dedicated for Low Sulphur DMA (MGO)	119	101	87
Total bunker capacity for DMA (MGO)	119	101	87
<p>*) Vessel shall not mix bunkers from different bunkerings in 1 bunker tank. This may reduce the actual bunker capacity. **) Capacity in mt serve as indication only.</p>			

ATLANTIC KLIPPER

661,530 cbft / 7,118.20 sqm



CUADERNO 2

CÁLCULO DE PESOS Y CENTROS DE
GRAVEDAD DEL PESO EN ROSCA

BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³



Proyecto nº 13-510

Grado en Arquitectura Naval

Gabriel Pérez López



ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

PROYECTO FIN DE GRADO

CURSO 2.013-2.014

PROYECTO NÚMERO 13-510

TIPO DE BUQUE: BUQUE DE CARGA FRIGORÍFICO

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS.
SOLAS. MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Capacidad de carga de 400.000 FT3. Carga Refrigerada y carga congelada 54 TEUS SOBRE CUBIERTA PARA CARGA CONGELADA

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 17 nudos al calado de trazado con el motor al 85 % MCR y 15% de margen de mar. Autonomía 6.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Dos grúas géminis de 8T a 15 metros para pallets y carga refrigerada.

PROPULSIÓN: Motor/es diésel acoplado/s a una/s línea/s de ejes.

TRIPULACIÓN: 12 Personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Hélice en proa.

Ferrol, Septiembre de 2.013

ALUMNO: D. GABRIEL PEREZ LOPEZ

Contenido

1.	Introducción	3
2.	Peso de aceros.....	4
2.1.	Peso de la estructura.....	4
2.1.1.	Fórmulas para estimar el peso de la estructura.....	4
2.1.2.	Fórmulas para estimar la posición del centro de gravedad de la estructura.....	5
2.1.3.	Resumen del peso de la estructura	5
2.2.	Otros elementos.....	6
2.2.1.	Peso de la amurada	6
2.2.2.	Polín de una grúa.....	6
2.2.3.	Peso de brazolas de escotilla.....	7
2.2.4.	Equipo de la chimenea	7
3.	Peso de la maquinaria	7
3.1.	Peso del motor principal	7
3.2.	Peso del reductor	8
3.3.	Peso de los polines del motor principal	8
3.4.	Peso de la hélice	9
3.5.	Peso de la línea de ejes	9
3.6.	Peso de respetos, cargos y líquidos en circuitos	9
3.7.	Peso de tecles en cámara de máquinas	9
3.8.	Tanques varios no estructurales en cámara de máquinas.....	10
4.	Peso de equipos	11
4.1.	Peso de grupos generadores diésel y grupo de emergencia	11
4.2.	Peso del generador de cola	11
4.3.	Tuberías y bombas de casco	11
4.4.	Peso de instalación eléctrica	11
4.5.	Instalación contra incendios en cámara de máquinas	12
4.6.	Tuberías y bombas en cámara de máquinas.....	12
4.7.	Peso de aire acondicionado de la habilitación.....	12
4.8.	Peso de ventilación de espacios de carga	12
4.9.	Peso de la hélice de proa	12
4.10.	Peso de la protección anticorrosiva y pintura.....	13
4.11.	Peso del equipo de amarre y fondeo	13

4.12.	Peso del equipo de navegación.....	13
4.13.	Peso del equipo de gobierno.....	13
4.14.	Peso de los equipos de salvamento y contraincendios.....	14
4.15.	Peso de grúa	14
4.16.	Peso de jarcia firme.....	14
4.17.	Peso de la maquinaria frigorífica.....	15
4.18.	Peso del equipo de acondicionamiento de bodegas	15
4.19.	Peso del aislamiento en buques frigoríficos	15
4.20.	Escotillas.....	16
4.21.	Brazolas de escotillas de entrepuente	16
4.22.	Peso de la habilitación.....	17
4.23.	Peso de puertas de acero	17
4.24.	Portillos y ventanas	17
4.25.	Escaleras exteriores.....	17
4.26.	Barandillado	17
5.	Márgenes.....	18
6.	Resumen de pesos y centros de gravedad.....	19
6.1.	Peso de aceros.....	19
6.2.	Peso de maquinaria.....	19
6.3.	Peso de equipos	20
6.4.	Peso en rosca.....	21
	Bibliografía	22
	Anexo I – Distribución del peso en rosca	23
	Pesos locales	24
	Peso longitudinal continuo (PLC)	27
	Peso transversal continuo (PTC).....	28
	Anexo II – Buque base “Salica Frigo”	31
	Anexo III – Figuras empleadas para el cálculo de los pesos.....	34
	Anexo IV – Motor y grúas seleccionadas	39

1. Introducción

El objetivo de este cuaderno es realizar la estimación del peso en rosca para el buque en proyecto, que tiene las siguientes características principales:

- L_{PP}: 128 m.
- B: 20 m.
- D: 13,5 m.
- T_{Diseño}: 7,071 m.
- C_B: 0,60
- Velocidad: 17 nudos
- Autonomía: 6.000 millas
- Peso en rosca: 6.300 tn.
- Peso muerto de diseño (carga de plátanos): 5.771,488 tn.
- Desplazamiento de diseño: 12.071,488 tn.
- Tripulación: 12 personas
- Volumen de bodegas: 400.000 ft³.
- Grúas: 2 grúas Géminis de 8 tn. a 15 metros.
- Pot. MP: 9.600 kW
- Pot. Aux.: 1.500 kW (PTO) + 2 x 1.000 kW

2. Peso de aceros

2.1. Peso de la estructura

Para obtener un valor aproximado del peso estructural se usarán diversas fórmulas obtenidas por correlación de buques existentes de varios autores, con el fin de comparar y obtener un resultado más razonable. Para obtener la posición longitudinal del peso estructural, se utilizará el método estimativo del Lloyd's Register, como se describe en el Anexo I. Para comparar esta posición, se muestran los valores obtenidos también por formulación.

2.1.1. Fórmulas para estimar el peso de la estructura

- **Método de D.G.M. Watson y A.W. Gilfillan (Ref. 1)**

$$WST = K\alpha^{1,35}[1 + 0,5(\beta - 0,7)]$$

Donde:

$$\alpha = L_{PP}(B + D) + 0,85L_{PP}(D - T) + 1,45L_{PP} - 11$$

$$\beta = C_B + \frac{(1 - C_B)(0,8D - T)}{3T}$$

Y “K” es un coeficiente de ajuste por tipo de buque, que en el caso de los buques frigoríficos oscila entre 0,032 y 0,035. El valor escogido es el valor medio, igual a 0,0335.

- **Método de Harvald y Jensen (Ref. 2)**

$$WST = (L * B * D) * C_S$$

Donde:

$$C_S = C_{SO} + 0,064e^{-(0,5u+0,1u^{2,45})}$$

$$u = \log_{10}\left(\frac{\Delta}{100}\right)$$

Y “C_{so}” es un coeficiente dependiente del tipo de buque. El valor proporcionado para buques de carga con 3 cubiertas es de 0,0820 y será el utilizado para el cálculo.

- **Formulación de J.L. García Garcés (Ref. 3)**

$$WST = 0,0304 * L^{1,5} * B * D^{0,5}$$

- **Formulación de P. Mandel (Ref. 3)**

$$WST = 0,03041 * L^{1,5} * B * D^{0,5}$$

- **Fórmula de A. Osorio (Ref. 3)**

$$WST = \left(\frac{L}{10}\right)^{1,376} * \left(\frac{B * D}{100}\right)^{0,7449} * (0,0542 - 0,0017C_B) * 1000$$

2.1.2. Fórmulas para estimar la posición del centro de gravedad de la estructura

- **Formulación de J.L. García Garcés (Ref. 3)**

$$XG = 0,943 * L^{0,83}$$

- **Formulación de P. Mandel (Ref. 3)**

$$XG = 0,94277 * L$$

- **Fórmula del Lloyd's Register (Ref. 4)**

$$KG = 0.01D * \left(46,6 + 0,135(0,81 - C_B) * \left(\frac{L_{PP}}{D} \right)^2 \right) + \left(\frac{L_{PP}}{B} - 6,5 \right) * 0,008D - 0,002D$$

- **Fórmula presente en la sección 11.3.3 de la Ref. 5**

Para buques con eslora mayor que 120 metros:

$$KG = 0.01D * \left(46,6 + 0,135(0,81 - C_B) * \left(\frac{L_{PP}}{D} \right)^2 \right)$$

- **Fórmula de Scheekluth (Ref. 3)**

$$KG = \left[0,44 + 0,00155 * (0,85 - C_{BD}) * \left(\frac{L}{D} \right)^2 \right] * D$$

2.1.3. Resumen del peso de la estructura

Formulación	Peso (t)	X _G (m)	K _G (m)
Método de D.G.M. Watson y A.W.Gilfillan	3.137,225		
Método de Harvald y Jensen	3.214,740		
Formulación de J.L. García Garcés	3.235,083	52,905	
Formulación de P. Mandel	3.236,147	60,337	
Fórmula de A. Osorio	3.720,421		
Fórmula del Lloyd's Register			6,597
Fórmula presente en la sección 11.3.3 de la Ref. 5			6,635
Fórmula de Taggart			
Fórmula de Scheekluth			6,297
RESUMEN	3.308,723	56,621	6,510

2.2. Otros elementos

Las fórmulas utilizadas para desglosar los siguientes pesos se han obtenido de la Ref. 3.

Las posiciones longitudinales y verticales de los mismos se han calculado teniendo en cuenta tanto el Cuaderno 1 de este proyecto como el buque base “Salica Frigo” (Anexo II).

2.2.1. Peso de la amurada

$$P = (6 - 0,0021875 * L^2 + 1,125 * L) * \frac{L_{Amurada}}{1000}$$

Este concepto se dividirá en dos, ya que el buque base tiene amurada en proa y popa, pero no en la sección central del buque, por lo que se calcularán 2 pesos separados.

La longitud de la amurada en el tramo de popa es de 69,44 metros (ambas bandas y popa) y en el tramo de proa de 82,42 metros (ambas bandas).

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de la amurada de popa	7,928	9,933	14,050
Peso de la amurada de proa	9,409	115,635	17,050

2.2.2. Polín de una grúa

$$P = \left(h + \frac{D}{3}\right) * 1,5 * (0,00125 * M_T + 0,5625)$$

Donde:

- h = altura sobre cubierta = 2,8 m.
- M_T = momento de la grúa = 120 t*m.

El momento de la grúa se obtiene de los RPA del buque, dado que en ellos se indica que el buque debe tener instalados 2 pares de grúas Géminis de 8 toneladas a 15 metros. El producto de la capacidad de izado por la distancia de izado da lugar a un momento de 120 t*m.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Polín de la grúa 01 BR	7,802	49,270	14,900
Polín de la grúa 01 ER	7,802	49,270	14,900
Polín de la grúa 02 BR	7,802	95,030	17,900
Polín de la grúa 02 ER	7,802	95,030	17,900

2.2.3. Peso de brazolas de escotilla

$$P = 0,101 * A_E$$

Siendo A_E el área de la escotilla:

$$P = 0,101 * 1 * (12,5 * 10) = 12,625 \text{ tn}$$

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Brazola de la escotilla 1	12,625	106,470	17,250
Brazola de la escotilla 2	12,625	85,920	14,250
Brazola de la escotilla 3	12,625	59,095	14,250
Brazola de la escotilla 4	12,625	37,830	14,250

2.2.4. Equipo de la chimenea

$$P = 0,0034 * L * B$$

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Equipo de chimenea	8,704	6,717	18,500

3. Peso de la maquinaria

Las fórmulas utilizadas para calcular los distintos pesos de esta partida se han obtenido de la Ref. 3, salvo el correspondiente al peso del motor principal, que se indicará en el apartado 3.1.

Las posiciones longitudinales y verticales de los mismos se han calculado teniendo en cuenta tanto el Cuaderno 1 de este proyecto como el buque base “Salica Frigo” (Anexo II).

3.1. Peso del motor principal

En el Cuaderno 6 de este proyecto se ha realizado una predicción de potencia, dando como resultado la necesidad de un motor de al menos 6.000 kW de potencia.

Tras analizar diversos motores del mercado, se ha seleccionado como motor para este buque el Wärtsilä 8L46F, de 9.600 kW de potencia, 600 RPM, un consumo de 170 g/kWh y un peso de 124 toneladas.

Este motor se incluye en el Anexo IV.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso del motor principal diésel	124,000	19,525	3,810

3.2. Peso del reductor

$$P = a + \frac{(b * T_{red} + c * T_{red}^2)}{1000}$$

Siendo:

$$T_{red} = 28,758 * CS^2 + 24,977 * CS + 240,8$$

$$CS = \ln(P_{red}) - 0,0287 * R_{red}^2 + 0,587 * R_{red}$$

$$P_{red} = \frac{MCR [HP]}{RPM} * F_{Hi}$$

$$R_{red} = \frac{RPM}{rpm} = \frac{revoluciones motor principal}{revoluciones propulsor}$$

$$F_{Hi} = 1,50 \text{ para Hielo 1AA}$$

Los valores de “a”, “b” y “c” dependen del valor de T_{red}. Para este cálculo, T_{red} = 1211, mayor que 900 y por lo tanto:

- a = 12,30
- b = -44,57
- c = 0,0531

Las rpm del propulsor se estiman en 130, tomando como referencia el buque base.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso del reductor	38,511	12,476	3,810

3.3. Peso de los polines del motor principal

$$P = (a + b) * \frac{MCR [HP]}{1000}$$

Para motores con reductor y 500 rpm:

$$a = 0,00135 * \left(\frac{MCR[KW]}{1000} \right)^{0,5} - 0,071 * \frac{MCR[KW]}{1000} + 2,07$$

$$b = \frac{450 - RPM}{300} \text{ para } 300 < RPM < 600$$

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de los polines del motor principal	11,155	19,525	1,500

3.4. Peso de la hélice

$$P = 0,12 * D^3$$

Siendo “D” el diámetro de la hélice, que se estima en 4,5 metros tomando como referencia el buque base del proyecto.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de la hélice	10,935	3,397	2,645

3.5. Peso de la línea de ejes

$$P = L_{lej} * 0,081 * \left(\frac{MCR[KW]}{rpm} \right)^{2/3}$$

Siendo “L_{lej}” la longitud de la línea de ejes, que se estima en 4,915 metros atendiendo al diseño básico del buque realizado en el Cuaderno 1.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de la línea de ejes	6,561	5,599	2,645

3.6. Peso de respetos, cargos y líquidos en circuitos

$$P = a * MCR[KW] + b * (MCR[KW])^{0,7}$$

Los coeficientes “a” y “b” para potencias mayores a 736 KW son 0,0109 y 0,07525, respectivamente.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de respetos, cargos y líquidos en circuitos	137,849	56,621	6,510

3.7. Peso de tecles en cámara de máquinas

$$P = 0,047 * L_{Cám.máq.} * B * 0,6$$

La eslora de la cámara de máquinas, tomando como referencia el diseño básico del buque del Cuaderno 1, medirá 18,59 metros.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de tecles en cámara de máquinas	10,485	17,095	4,500

3.8. Tanques varios no estructurales en cámara de máquinas

$$P = a + b * MCR[KW]$$

Los coeficientes “a” y “b” para potencias mayores a 736 KW son 1,2 y 0,0009, respectivamente.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Tanques varios no estructurales en cámara de máquinas	9,027	17,095	4,500

4. Peso de equipos

4.1. Peso de grupos generadores diésel y grupo de emergencia

$$P = \frac{7,45 * (KW - 30) + 765}{1000}$$

Según el balance eléctrico del buque base, tiene instalados 2 generadores de 1000 KW y uno de emergencia de 250 KW, siendo un total de 2.250 KW.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de grupos generadores diésel y grupo de emergencia	20,209	12,477	3,810

4.2. Peso del generador de cola

$$P = \frac{4,485 * KW + 0,000455 * KW^2}{1000}$$

Atendiendo al buque base, se instalará un generador de cola de 1500 KW.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso del generador de cola	7,751	12,477	3,810

4.3. Tuberías y bombas de casco

$$P = 0,0047 * L * \sqrt{L} * B$$

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Tuberías y bombas de casco	136,127	56,621	6,510

4.4. Peso de instalación eléctrica

$$P = L_c + \frac{MCR [KW]}{1000}$$

Donde la longitud de los cables, L_c , viene determinada por la fórmula:

$$L_c = 9,82 + 0,268 * L + 0,000597 * L^2$$

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de instalación eléctrica	62,605	18,135	15,000

4.5. Instalación contra incendios en cámara de máquinas

$$P = 0,125 * (0,0046 * MCR [KW] + 0,0088 * L * B)$$

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Instalación contra incendios en cámara de máquinas	7,819	17,095	4,500

4.6. Tuberías y bombas en cámara de máquinas

$$P = 0,00981 * MCR [KW]$$

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Tuberías y bombas en cámara de máquinas	85,347	17,095	4,500

4.7. Peso de aire acondicionado de la habitación

$$P = 0,02 * S_h$$

Considerando el diseño realizado en el Cuaderno 1, el área de la habitación, S_h , tendrá un valor igual a 873 m².

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de aire acondicionado de habitación	18,635	18,136	15,000

4.8. Peso de ventilación de espacios de carga

$$P = 0,000025 * C$$

$$C = \frac{\text{Renovaciones}}{\text{Hora}} * \text{Volumen bodegas [m}^3\text{]}$$

El número de renovaciones por hora del buque base “Salica Frigo” es de 90, por lo tanto el valor para el buque proyecto se tomará igual.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Ventilación de espacios de carga	25,485	67,201	8,170

4.9. Peso de la hélice de proa

El peso de la hélice de proa se estima en 6 toneladas, incluyendo el peso propio de la hélice y el peso del motor eléctrico que la acciona.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de la hélice de proa	6,000	120,770	1,500

4.10. Peso de la protección anticorrosiva y pintura

Este peso se divide en dos partidas: peso de la pintura y peso de la protección catódica.

$$P_{Pintura} = 0,006 * WST$$

$$P_{Catódica} = 0,0008 * L * T * \left(1,7 + \frac{C_B}{T}\right)$$

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de la protección anticorrosiva y pintura	26,896	56,621	6,510

4.11. Peso del equipo de amarre y fondeo

Al no conocer el numeral de equipo, por el bajo grado de definición alcanzado en este momento del proyecto, se calculará, aproximadamente, entrando con la eslora del buque en la curva central de la Figura 9.5.9 de la Ref. 3. El valor obtenido aproximado es de 1250.

Con el numeral de equipo aproximado, se entra en la Figura 9.5.5 de la Ref. 3, obteniendo un peso aproximado de 85 toneladas.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso del equipo de amarre y fondeo	85,000	125,455	15,000

4.12. Peso del equipo de navegación

Siguiendo las indicaciones de la Ref. 3, este peso se estima en 2 toneladas. La posición longitudinal y transversal se estima en el puente de gobierno del buque.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso del equipo de navegación	2,000	24,200	21,000

4.13. Peso del equipo de gobierno

$$P = 0,0224 * A * v^{\frac{2}{3}} + 2$$

Siendo:

$$A = \text{área del timón} = \frac{L * T * \left(1,1 + 25 * \frac{B^2}{L^2}\right)}{100}$$

$$v = \text{velocidad de servicio (17 nudos)} * 1,06$$

La posición longitudinal y vertical se sitúa en el servo del buque.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso del equipo de gobierno	4,640	0,000	7,500

4.14. Peso de los equipos de salvamento y contraincendios

$$P_{Salvamento} = 9,5 + (n - 35 * 0,1)$$

Siendo “n” el número de tripulantes. Si “n” es menor que 35, el peso mínimo ha de ser 9,5 toneladas.

$$P_{Contraincendios} = 0,0025 * VCM$$

Donde VCM es el volumen de la cámara de máquinas.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de los equipos de salvamento y contraincendios	15,774	18,525	10,500

4.15. Peso de grúa

Como en el caso del motor principal, se seleccionará un modelo de grúa del mercado y se aplicará a este buque.

Las grúas seleccionadas son del Tipo GPC fabricadas por el grupo TTS Marine Cranes AS (Anexo IV), con una capacidad máxima de izado de 10 toneladas y un alcance máximo de 24 metros, cumpliendo con los RPA del proyecto. El peso individual de cada grúa es de 20 toneladas.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de grúa 01 BR	20,000	49,270	18,000
Peso de grúa 01 ER	20,000	49,270	18,000
Peso de grúa 02 BR	20,000	95,030	21,000
Peso de grúa 02 ER	20,000	95,030	21,000

4.16. Peso de jarcia firme

Siguiendo lo indicado en la Ref. 3, se estima el peso de la jarcia firme del buque en 2 toneladas.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de jarcia firme	2,000	56,621	6,510

4.17. Peso de la maquinaria frigorífica

Para estimar el peso de la maquinaria frigorífica se emplea la Figura 9.5.10 de la Ref. 3. Entrando en ella con la capacidad de carga del buque en pies cúbicos (400.000 ft³), se obtiene un valor aproximado de 25 toneladas.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de maquinaria frigorífica	25,000	14,235	8,500

4.18. Peso del equipo de acondicionamiento de bodegas

$$P = 0,35 * nvi + 0,00034 * V_{Bod} + 0,0034 * D * (V_{Bod} * nvi)^{0,5}$$

Siendo “V_{Bod}” la capacidad de carga de las bodegas en m³ y “nvi” el número entero inmediatamente mayor a la relación $\frac{V_{Bod}}{40.000}$.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso del equipo de acondicionamiento de bodegas	9,086	67,201	8,170

4.19. Peso del aislamiento en buques frigoríficos

Empleando la Figura 9.5.11 de la Ref. 3, se puede estimar el peso del aislamiento en buques frigoríficos. Para ello, es necesario entrar en la Figura con la capacidad de bodegas en miles de ft³. El valor aproximado obtenido es de 450 toneladas.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso del aislamiento en buques frigoríficos	450,000	67,201	8,170

4.20. Escotillas

$$P = 0,2 * A_E$$

Siendo A_E el área de las escotillas = 125 m².

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Esc. Bodega D1	15,000	37,830	4,500
Esc. Bodega D2	15,000	37,830	7,500
Esc. Bodega D3	15,000	37,830	10,500
Esc. Bodega D4	25,000	37,830	15,000
Esc. Bodega C1	15,000	59,095	4,500
Esc. Bodega C2	15,000	59,095	7,500
Esc. Bodega C3	15,000	59,095	10,500
Esc. Bodega C4	25,000	59,095	15,000
Esc. Bodega B2	15,000	85,920	7,500
Esc. Bodega B3	15,000	85,920	10,500
Esc. Bodega B4	25,000	85,920	15,000
Esc. Bodega A2	15,000	106,470	10,500
Esc. Bodega A3	15,000	106,470	13,500
Esc. Bodega A4	25,000	106,470	18,000

4.21. Brazolas de escotillas de entrepuente

Se estima el peso de las brazolas de las escotillas de entrepuente como un 60% del peso de las brazolas de escotillas a la intemperie:

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Braz. Bodega D1	7,575	37,830	4,600
Braz. Bodega D2	7,575	37,830	7,600
Braz. Bodega D3	7,575	37,830	10,600
Braz. Bodega C1	7,575	59,095	4,600
Braz. Bodega C2	7,575	59,095	7,600
Braz. Bodega C3	7,575	59,095	10,600
Braz. Bodega B2	7,575	85,920	7,600
Braz. Bodega B3	7,575	85,920	10,600
Braz. Bodega A2	7,575	106,470	10,600
Braz. Bodega A3	7,575	106,470	13,600

4.22. Peso de la habitación

$$P = 0,16 * A_{Habitación}$$

El valor del área de la habitación se estima en 873 m², al igual que en el Apartado 4.7.

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de la habitación	149,076	18,136	15,000

4.23. Peso de puertas de acero

$$P = 0,56 * (N_{cubiertas} + 1) + 0,28 * N_{casetas}$$

Siendo $N_{cubiertas}$ el número de cubiertas de alojamiento (4) y $N_{casetas}$ el número de casetas de equipos frigoríficos (1).

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Peso de puertas de acero	3,080	18,136	15,000

4.24. Portillos y ventanas

$$P = 0,12 * N_{tripulantes}$$

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Portillos y ventanas	1,440	18,136	15,000

4.25. Escaleras exteriores

$$P = 0,8 * N_{cubiertas} + 0,6$$

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Escaleras exteriores	3,800	18,136	15,000

4.26. Barandillado

$$P = 0,245 * (N_{cub} + 2) + 0,03 * L$$

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)
Barandillado	5,310	18,136	15,000

5. Márgenes

A los resultados finales del peso en rosca derivados de todos los cálculos anteriores se les aplicarán unos márgenes. El motivo de aplicar dichos márgenes es asegurar el cumplimiento del peso en rosca del buque ante futuras variaciones en los pesos individuales.

Los márgenes a aplicar serán los siguientes:

- Peso: 15% de su valor.
- XG: 1,5 metros.
- KG: 0,5 metros.

6. Resumen de pesos y centros de gravedad

6.1. Peso de aceros

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)	Mom X (t*m)	Mom K (t*m)
Peso de la estructura	3.308,723	56,621	6,510	187.343,534	21.539,504
Peso de la amurada de popa	7,928	9,933	14,050	78,745	111,385
Peso de la amurada de proa	9,409	100,527	17,050	945,862	160,425
Equipo de chimenea	8,704	6,286	18,500	54,717	161,024
Polín de la grúa 01 BR	7,802	49,270	14,900	384,398	116,248
Polín de la grúa 01 ER	7,802	49,270	14,900	384,398	116,248
Polín de la grúa 02 BR	7,802	95,030	17,900	741,412	139,654
Polín de la grúa 02 ER	7,802	95,030	17,900	741,412	139,654
Brazola de la escotilla 1	12,625	106,470	17,250	1.344,184	217,781
Brazola de la escotilla 2	12,625	85,920	14,250	1.084,740	179,906
Brazola de la escotilla 3	12,625	59,095	14,250	746,074	179,906
Brazola de la escotilla 4	12,625	37,830	14,250	477,604	179,906
TOTAL	3.416,472	56,879	6,803	194.327,081	23.241,640

6.2. Peso de maquinaria

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)	Mom X (t*m)	Mom K (t*m)
Peso del motor principal diésel	124,000	19,525	3,810	2.421,100	472,440
Peso del reductor	38,511	12,476	3,810	480,467	146,728
Peso de los polines del motor principal	11,155	19,525	1,500	217,806	16,733
Peso de la hélice	10,935	3,397	2,645	37,146	28,923
Peso de la línea de ejes	6,561	5,599	2,645	36,733	17,353
Peso de respetos, cargas y líquidos en circuitos	137,849	56,621	6,510	7.805,174	897,387
Peso de tecles en cámara de máquinas	10,485	17,095	4,500	179,237	47,181
Tanques varios no estructurales en cámara de máquinas	9,027	17,095	4,500	154,314	40,621
TOTAL	348,523	32,514	4,784	11.331,977	1.667,366

6.3. Peso de equipos

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)	Mom X (t*m)	Mom K (t*m)
GGD y grupo de emergencia	20,209	12,477	3,810	252,148	76,996
Generador de cola	7,751	12,477	3,810	96,709	29,531
Tuberías y bombas de casco	136,127	56,621	6,510	7.707,647	886,187
Instalación eléctrica	62,605	18,135	15,000	1.135,342	939,075
Instalación CI en CM	7,819	17,095	4,500	133,666	35,186
Tuberías y bombas en CM	85,347	17,095	4,500	1.459,007	384,062
Aire acondicionado habitación	18,635	18,136	15,000	337,964	279,525
Ventilación espacios de carga	25,485	67,201	8,170	1.712,617	208,212
Hélice de proa	6,000	120,770	1,500	724,620	9,000
Protección anticorrosiva y pintura	26,896	56,621	6,510	1.522,878	175,093
Equipo de amarre y fondeo	85,000	125,455	15,000	10.663,675	1.275,000
Equipo de navegación	2,000	24,200	21,000	48,400	42,000
Equipo de gobierno	4,640	0,000	7,500	0,000	34,800
Equipos de salvamento y CI	15,774	18,525	10,500	292,213	165,627
Jarcia firme	2,000	56,621	6,510	113,242	13,020
Maquinaria frigorífica	25,000	14,235	8,500	355,875	212,500
Equipo de acondicionamiento de bodegas	9,086	67,201	8,170	610,588	74,233
Aislamiento de bodegas	450,000	67,201	8,170	30.240,450	3.676,500
Habitación	149,076	18,136	15,000	2.703,642	2.236,140
Puertas de acero	3,080	18,136	15,000	55,859	46,200
Portillos y ventanas	1,440	18,136	15,000	26,116	21,600
Escaleras exteriores	3,800	18,136	15,000	68,917	57,000
Barandillado	5,310	18,136	15,000	96,302	79,650
Grúa 01 BR	20,000	49,270	18,000	985,400	360,000
Grúa 01 ER	20,000	49,270	18,000	985,400	360,000
Grúa 02 BR	20,000	95,030	21,000	1.900,600	420,000
Grúa 02 ER	20,000	95,030	21,000	1.900,600	420,000
Esc. Bodega D1	15,000	37,830	4,500	567,450	67,500
Esc. Bodega D2	15,000	37,830	7,500	567,450	112,500
Esc. Bodega D3	15,000	37,830	10,500	567,450	157,500
Esc. Bodega D4	25,000	37,830	15,000	945,750	375,000
Esc. Bodega C1	15,000	59,095	4,500	886,425	67,500
Esc. Bodega C2	15,000	59,095	7,500	886,425	112,500
Esc. Bodega C3	15,000	59,095	10,500	886,425	157,500
Esc. Bodega C4	25,000	59,095	15,000	1.477,375	375,000
Esc. Bodega B2	15,000	85,920	7,500	1.288,800	112,500
Esc. Bodega B3	15,000	85,920	10,500	1.288,800	157,500
Esc. Bodega B4	25,000	85,920	15,000	2.148,000	375,000
Esc. Bodega A2	15,000	106,470	10,500	1.597,050	157,500
Esc. Bodega A3	15,000	106,470	13,500	1.597,050	202,500

Esc. Bodega A4	25,000	106,470	18,000	2.661,750	450,000
Braz. Bodega D1	7,575	37,830	4,600	286,562	34,845
Braz. Bodega D2	7,575	37,830	7,600	286,562	57,570
Braz. Bodega D3	7,575	37,830	10,600	286,562	80,295
Braz. Bodega C1	7,575	59,095	4,600	447,645	34,845
Braz. Bodega C2	7,575	59,095	7,600	447,645	57,570
Braz. Bodega C3	7,575	59,095	10,600	447,645	80,295
Braz. Bodega B2	7,575	85,920	7,600	650,844	57,570
Braz. Bodega B3	7,575	85,920	10,600	650,844	80,295
Braz. Bodega A2	7,575	106,470	10,600	806,510	80,295
Braz. Bodega A3	7,575	106,470	13,600	806,510	103,020
TOTAL	1.558,830	56,846	10,305	88.613,407	16.063,736

6.4. Peso en rosca

Nombre	Peso (t)	XG (m)	KG (m)	Mom X (t*m)	Mom K (t*m)
Peso de aceros	3.416,472	56,879	6,803	194.327,081	23.241,640
Peso de maquinaria	348,523	32,514	4,784	11.331,977	1.667,366
Peso de equipos	1.558,830	56,846	10,305	88.613,407	16.063,736
ROSCA	5.323,825	55,275	7,696	294.272,465	40.972,742
Márgenes	798,574	1,500	0,500		
ROSCA CON MARGEN	6.300,000	56,800	8,200		

Bibliografía

1. VICENTE FERNÁNDEZ, Pedro. *Una Aproximación al Cálculo del Peso del Acero en Anteproyecto*. En: Revista Ingeniería Naval, Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos, 2006, nº 835, pp. 85-90. ISSN: 0020-1073.
2. SCHNEEKLUTH, H y BERTRAM, V. *Ship Design for Efficiency and Economy*. Oxford: Butterworth-Heinemann, Reed Educational and Professional Publishing Ltd., 1998. ISBN: 0-7506-4133-9.
3. JUNCO OCAMPO, Fernando. *Proyectos de Buques y Artefactos. Cálculo del desplazamiento*. Ferrol: Escuela Politécnica Superior, Universidad de A Coruña, 2005. ISBN: 84-96474-30-5.
4. JUNCO OCAMPO, Fernando. *Proyectos de Buques y Artefactos. Selección de configuración: dimensiones y coeficientes*. Ferrol: Escuela Politécnica Superior, Universidad de A Coruña, 2003. ISBN: 84-688-3364-9.
5. LAMB, T. *Ship Design and Construction*. Jersey City: The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 2003. ISBN: 0-939773-40-6.
6. WATSON, David G.M. *Practical Ship Design*. Oxford: Elsevier Ocean Engineering Book Series, Elsevier Science Ltd., 2002. ISBN: 0-08-042999-8.
7. MOLLAND, Anthony F. *The Maritime Engineering Reference Book. A guide to ship design, construction and operation*. Oxford: Butterworth-Heinemann, Elsevier Ltd., 2008. ISBN: 978-0-7506-8987-8.
8. ALVARIÑO CASTRO, Ricardo., AZPÍROZ AZPÍROZ, Juan José y MEIZOSO FERNÁNDEZ, Manuel. *El Proyecto Básico del Buque Mercante*. Madrid: Fondo Editorial de Ingeniería Naval, Colegio Oficial de Ingenieros Navales, 1997. ISBN: 84-921750-2-8.

Anexo I – Distribución del peso en rosca

Para poder calcular el cortante y los momentos flectores en las diferentes condiciones de carga, es necesario distribuir el peso en rosca en sus diferentes partidas. Todas las partidas mostradas pueden repartirse en pesos distribuidos uniformemente, cuando el peso tiene una eslora considerable, o en pesos puntales si la eslora del elemento es despreciable. La partida de peso de estructura tiene una consideración especial por ser el elemento constituyente de la estructura del buque y estar repartido por toda la eslora, con elementos puntuales tales como mamparos. Esta partida se calculará más adelante con ayuda del software Maxsurf Modeler. Para el resto de las partidas, atendiendo a su posición longitudinal y vertical, así como a su eslora, se propone el siguiente reparto.

Pesos locales

Elemento	Peso (tn)	X _G (m)	Límite popa (m)	Límite proa (m)	Y _G (m)	Z _G (m)
Peso de la amurada de popa	7,928	9,933	-4,132	26,390	0,000	14,050
Peso de la amurada de proa	9,409	115,635	95,030	136,240	0,000	17,050
Equipo de chimenea	8,704	6,717	4,208	9,225	0,000	18,500
Polín de la grúa 1 BR	7,802	49,270	47,020	51,520	0,000	14,900
Polín de la grúa 1 ER	7,802	49,270	47,020	51,520	0,000	14,900
Polín de la grúa 2 BR	7,802	95,030	92,780	97,280	0,000	17,900
Polín de la grúa 2 ER	7,802	95,030	92,780	97,280	0,000	17,900
Brazola de la escotilla 1	12,625	106,470	100,220	112,720	0,000	14,250
Brazola de la escotilla 2	12,625	83,590	77,340	89,840	0,000	14,250
Brazola de la escotilla 3	12,625	60,710	54,460	66,960	0,000	14,250
Brazola de la escotilla 4	12,625	37,830	31,580	44,080	0,000	14,250
Total Peso de aceros	107,749	66,084			0,000	15,446
Motor Wärtsilä 8L46F	124,000	19,525	15,700	23,632	0,000	3,810
Reductor	38,511	12,476	11,122	13,831	0,000	3,810
Polines MP	11,155	19,525	15,700	23,632	0,000	1,500
Tecles en CM	10,485	17,095	7,800	26,390	0,000	4,500
Tanques varios CM	9,027	17,095	7,800	26,390	0,000	4,500
Hélice	10,935	3,397	3,397	3,397	0,000	2,645
Línea eje fuera CM	6,561	5,599	3,397	7,800	0,000	2,645
Respetos, cargas y líquidos en	137,849	56,621	-4,132	128,000	0,000	6,510
Total Peso de maquinaria	348,523	32,514			0,000	4,784
GGD y grupo de emergencia	20,209	12,477	11,122	13,831	0,000	3,810
Generador de cola	7,751	12,477	11,122	13,831	0,000	3,810
Tuberías y bombas de casco	136,127	56,621	-4,132	128,000	0,000	6,510
Instalación eléctrica	62,605	18,135	9,881	26,390	0,000	15,000
Instalación CI en CM	7,819	17,095	7,800	26,390	0,000	4,500

Tuberías y bombas en CM	85,347	17,095	7,800	26,390	0,000	4,500
Aire acondicionado habilitación	18,635	18,136	9,881	26,390	0,000	16,000
Ventilación espacios de carga	25,485	67,201	26,390	117,910	0,000	8,170
Hélice de proa	6,000	120,770	120,770	120,770	0,000	1,500
Protección anticorrosiva y pintura	26,896	56,621	-4,132	128,000	0,000	6,510
Equipo de amarre y fondeo	85,000	125,455	117,910	133,000	0,000	16,500
Equipo de navegación	2,000	24,200	24,200	24,200	0,000	21,000
Equipo de gobierno	4,640	0,000	0,000	0,000	0,000	7,500
Equipos de salvamento y CI	15,774	18,525	7,800	26,390	0,000	10,500
Jarcia firme	2,000	56,621	56,621	56,621	0,000	13,500
Maquinaria frigorífica	25,000	14,235	7,800	20,670	0,000	8,500
Equipo de acondicionamiento de	9,086	67,201	26,390	117,910	0,000	8,170
Aislamiento de bodegas	450,000	67,201	26,390	117,910	0,000	8,170
Habilitación	149,076	18,136	9,881	26,390	0,000	16,500
Puertas de acero	3,080	18,136	9,881	26,390	0,000	16,500
Portillos y ventanas	1,440	18,136	9,881	26,390	0,000	16,500
Escaleras exteriores	3,800	18,136	9,881	26,390	0,000	16,500
Barandillado	5,310	18,136	9,881	26,390	0,000	16,500
Grúa 01 BR	20,000	49,270	48,380	50,160	-2,000	18,000
Grúa 01 ER	20,000	49,270	48,380	50,160	2,000	18,000
Grúa 02 BR	20,000	95,030	94,140	95,920	-2,000	21,000
Grúa 02 ER	20,000	95,030	94,140	95,920	2,000	21,000
Esc. Bodega D1	15,000	37,830	31,580	44,080	0,000	4,500
Esc. Bodega D2	15,000	37,830	31,580	44,080	0,000	7,500
Esc. Bodega D3	15,000	37,830	31,580	44,080	0,000	10,500
Esc. Bodega D4	25,000	37,830	31,580	44,080	0,000	15,000
Esc. Bodega C1	15,000	60,710	54,460	66,960	0,000	4,500
Esc. Bodega C2	15,000	60,710	54,460	66,960	0,000	7,500
Esc. Bodega C3	15,000	60,710	54,460	66,960	0,000	10,500
Esc. Bodega C4	25,000	60,710	54,460	66,960	0,000	15,000
Esc. Bodega B2	15,000	83,590	77,340	89,840	0,000	7,500
Esc. Bodega B3	15,000	83,590	77,340	89,840	0,000	10,500
Esc. Bodega B4	25,000	83,590	77,340	89,840	0,000	15,000
Esc. Bodega A2	15,000	106,470	100,220	112,720	0,000	10,500
Esc. Bodega A3	15,000	106,470	100,220	112,720	0,000	13,500
Esc. Bodega A4	25,000	106,470	100,220	112,720	0,000	18,000
Braz. Bodega D1	7,575	37,830	31,580	44,080	0,000	4,600
Braz. Bodega D2	7,575	37,830	31,580	44,080	0,000	7,600
Braz. Bodega D3	7,575	37,830	31,580	44,080	0,000	10,600
Braz. Bodega C1	7,575	60,710	54,460	66,960	0,000	4,600

Braz. Bodega C2	7,575	60,710	54,460	66,960	0,000	7,600
Braz. Bodega C3	7,575	60,710	54,460	66,960	0,000	10,600
Braz. Bodega B2	7,575	83,590	77,340	89,840	0,000	7,600
Braz. Bodega B3	7,575	83,590	77,340	89,840	0,000	10,600
Braz. Bodega A2	7,575	106,470	100,220	112,720	0,000	10,600
Braz. Bodega A3	7,575	106,470	100,220	112,720	0,000	13,600
Total Peso de equipos	1.558,831	56,837			0,000	10,564
Popa CM	6,169	7,800	7,800	7,800	0,000	9,192
Proa CM	11,161	26,390	26,390	26,390	0,000	7,819
M1	13,660	49,270	49,270	49,270	0,000	6,997
M2	13,876	72,150	72,150	72,150	0,000	6,886
M3	10,511	95,030	95,030	95,030	0,000	7,555
M4	7,132	117,910	117,910	117,910	0,000	11,244
Colisión	5,427	122,915	122,915	122,915	0,000	11,681
FO 02 B	0,630	83,590	83,590	83,590	-2,500	3,000
FO 02 E	0,630	83,590	83,590	83,590	2,500	3,000
FO DU 01	0,757	23,530	23,530	23,530	0,000	9,000
FO SED 01 B	0,377	23,530	23,530	23,530	-4,500	9,000
FO SED 01 E	0,377	23,530	23,530	23,530	4,500	9,000
DO 01 B	0,504	89,310	89,310	89,310	-2,000	3,000
DO 01 E	0,504	89,310	89,310	89,310	2,000	3,000
DO DU 01 B	0,126	23,530	23,530	23,530	-6,500	9,000
DO DU 01 E	0,126	23,530	23,530	23,530	6,500	9,000
BW 02	0,997	106,470	106,470	106,470	0,000	3,073
BW 09	0,283	2,400	2,400	2,400	0,000	7,063
BW 10	1,196	106,470	106,470	106,470	0,000	6,035
Aguas G&N 01 B	0,159	22,815	22,815	22,815	-1,382	0,885
Aguas G&N 01 E	0,159	22,815	22,815	22,815	1,382	0,885
LO 01 B	0,294	23,530	23,530	23,530	-8,174	9,066
LO 01 E	0,294	23,530	23,530	23,530	8,174	9,066
Sentina 03 (Lodos)	0,105	10,660	10,660	10,660	0,000	0,930
Sentina 01 (Residuos)	0,229	17,810	17,810	17,810	0,000	0,886
Sentina 02 (Residuos)	0,161	13,520	13,520	13,520	0,000	0,913
Local servo	0,875	-1,800	-1,800	-1,800	0,000	8,762
Pañol máq. 01	0,302	2,400	2,400	2,400	-4,235	9,153
Cabina de control	0,667	15,665	15,665	15,665	5,650	9,041
Local bombas circ. salmuera	2,017	23,530	23,530	23,530	0,000	12,000
Acceso bodegas babor	0,962	22,100	22,100	22,100	-5,816	12,012
Pañol cubierta 01	0,782	17,810	17,810	17,810	-6,106	12,020
Caldereta vapor	0,737	14,950	14,950	14,950	-5,927	12,027
Planta séptica	0,652	10,660	10,660	10,660	-5,589	12,042
Incinerador	0,495	4,800	4,800	4,800	-4,976	12,054

Maquinaria hidráulica chimenea	0,405	1,800	1,800	1,800	-4,614	12,062
Acceso bodegas estribor	0,709	22,100	22,100	22,100	6,816	12,016
Pañol máq. 03	0,484	14,950	14,950	14,950	6,928	12,041
Caja de cadenas	0,504	120,770	120,770	120,770	0,000	10,500
Pañol de proa	1,102	117,910	117,910	117,910	-4,266	15,029
Maquinaria hidráulica	1,102	117,910	117,910	117,910	4,266	15,029
Total Peso de mamparos	87,638	62,529			-0,137	8,456
TOTAL PESOS LOCALES	2.102,740	53,517			-0,006	9,769

Peso longitudinal continuo (PLC)

Una vez distribuidos los pesos locales, es necesario distribuir el peso del acero.

El peso longitudinal continuo incluye las planchas del forro y toda la estructura interna longitudinal continua, incluyendo la cubierta continua más alta.

El valor de la ordenada de la distribución en la cuaderna maestra, en toneladas/metro, corresponderá al material que contribuye a la resistencia longitudinal e inercia de la maestra.

Del Cuaderno 8 de este proyecto se obtiene un área de la maestra de 1,830 m². Empleando acero de densidad 7,850 tn/m³, se obtiene un peso lineal de 14,365 tn/m.

Distribuyendo este peso lineal según la curva de áreas del modelo del buque realizado con el programa Maxsurf Modeler, se consigue la distribución del peso longitudinal continuo. El valor vertical del centro de gravedad será el obtenido mediante formulación en este Cuaderno.

Elemento	Peso (tn)	X _G (m)	Límite popa (m)	Límite proa (m)	Y _G (m)	Z _G (m)
Sec 1	9,550	-3,388	-4,132	-2,644	0,000	6,510
Sec 2	10,046	-1,900	-2,644	-1,156	0,000	6,510
Sec 3	20,946	0,332	-1,156	1,820	0,000	6,510
Sec 4	21,476	3,308	1,820	4,796	0,000	6,510
Sec 5	22,597	4,284	2,796	5,772	0,000	6,510
Sec 6	24,391	5,260	3,772	6,747	0,000	6,510
Sec 7	25,982	8,235	6,747	9,723	0,000	6,510
Sec 8	27,550	11,211	9,723	12,699	0,000	6,510
Sec 9	29,235	14,187	12,699	15,675	0,000	6,510
Sec 10	30,852	17,163	15,675	18,651	0,000	6,510
Sec 11	32,449	20,139	18,651	21,627	0,000	6,510
Sec 12	33,914	23,115	21,627	24,603	0,000	6,510
Sec 13	35,314	26,091	24,603	27,579	0,000	6,510
Sec 14	36,593	29,067	27,579	30,555	0,000	6,510
Sec 15	37,791	32,043	30,555	33,530	0,000	6,510
Sec 16	38,777	35,018	33,530	36,506	0,000	6,510

Sec 17	39,620	37,994	36,506	39,482	0,000	6,510
Sec 18	40,356	40,970	39,482	42,458	0,000	6,510
Sec 19	40,961	43,946	42,458	45,434	0,000	6,510
Sec 20	41,451	46,922	45,434	48,410	0,000	6,510
Sec 21	41,923	49,898	48,410	51,386	0,000	6,510
Sec 22	42,389	52,874	51,386	54,362	0,000	6,510
Sec 23	42,669	55,850	54,362	57,338	0,000	6,510
Sec 24	42,750	58,825	57,338	60,313	0,000	6,510
Sec 25	42,749	61,801	60,313	63,289	0,000	6,510
Sec 26	42,624	64,777	63,289	66,265	0,000	6,510
Sec 27	42,353	67,753	66,265	69,241	0,000	6,510
Sec 28	41,890	70,729	69,241	72,217	0,000	6,510
Sec 29	41,247	73,705	72,217	75,193	0,000	6,510
Sec 30	40,353	76,681	75,193	78,169	0,000	6,510
Sec 31	39,244	79,657	78,169	81,145	0,000	6,510
Sec 32	37,934	82,633	81,145	84,121	0,000	6,510
Sec 33	36,393	85,608	84,121	87,096	0,000	6,510
Sec 34	34,609	88,584	87,096	90,072	0,000	6,510
Sec 35	32,676	91,560	90,072	93,048	0,000	6,510
Sec 36	30,698	94,536	93,048	96,024	0,000	6,510
Sec 37	28,722	97,512	96,024	99,000	0,000	6,510
Sec 38	26,743	100,488	99,000	101,976	0,000	6,510
Sec 39	24,898	103,464	101,976	104,952	0,000	6,510
Sec 40	23,068	106,440	104,952	107,928	0,000	6,510
Sec 41	21,375	109,416	107,928	110,903	0,000	6,510
Sec 42	19,647	112,391	110,903	113,879	0,000	6,510
Sec 43	18,275	115,367	113,879	116,855	0,000	6,510
Sec 44	17,157	118,343	116,855	119,831	0,000	6,510
Sec 45	16,220	121,319	119,831	122,807	0,000	6,510
Sec 46	15,163	124,295	122,807	125,783	0,000	6,510
Sec 47	12,371	127,271	125,783	128,759	0,000	6,510
Sec 48	3,846	129,503	128,759	130,247	0,000	6,510
Sec 49	2,141	132,991	130,247	135,735	0,000	6,510
TOTAL PLC	1.461,978	58,117			0,000	6,510

Peso transversal continuo (PTC)

Una vez calculados los pesos locales y el PLC, falta por conocer el valor del peso transversal continuo o PTC. Para conocer dicho valor, se emplea la siguiente relación:

$$PTC = Rosca - Pesos locales - PLC$$

Aplicando los valores anteriormente calculados, el peso transversal continuo será:

$$PTC = 6.300 - 2.102,740 - 1.461,978 = 2.735,282 \text{ tn}$$

De un modo análogo al PLC, se distribuirá el peso transversal continuo como sigue:

Elemento	Peso (tn)	X _G (m)	Límite popa (m)	Límite proa (m)	Y _G (m)	Z _G (m)
Sec 1	17,769	-3,388	-4,132	-2,644	0,000	6,510
Sec 2	18,691	-1,900	-2,644	-1,156	0,000	6,510
Sec 3	38,971	0,332	-1,156	1,820	0,000	6,510
Sec 4	39,798	3,308	1,820	4,796	0,000	6,510
Sec 5	41,836	4,284	2,796	5,772	0,000	6,510
Sec 6	45,175	5,260	3,772	6,747	0,000	6,510
Sec 7	48,118	8,235	6,747	9,723	0,000	6,510
Sec 8	51,097	11,211	9,723	12,699	0,000	6,510
Sec 9	54,229	14,187	12,699	15,675	0,000	6,510
Sec 10	57,275	17,163	15,675	18,651	0,000	6,510
Sec 11	60,251	20,139	18,651	21,627	0,000	6,510
Sec 12	63,015	23,115	21,627	24,603	0,000	6,510
Sec 13	65,627	26,091	24,603	27,579	0,000	6,510
Sec 14	68,039	29,067	27,579	30,555	0,000	6,510
Sec 15	70,299	32,043	30,555	33,530	0,000	6,510
Sec 16	72,135	35,018	33,530	36,506	0,000	6,510
Sec 17	73,713	37,994	36,506	39,482	0,000	6,510
Sec 18	75,083	40,970	39,482	42,458	0,000	6,510
Sec 19	76,208	43,946	42,458	45,434	0,000	6,510
Sec 20	77,119	46,922	45,434	48,410	0,000	6,510
Sec 21	77,998	49,898	48,410	51,386	0,000	6,510
Sec 22	78,865	52,874	51,386	54,362	0,000	6,510
Sec 23	79,385	55,850	54,362	57,338	0,000	6,510
Sec 24	79,536	58,825	57,338	60,313	0,000	6,510
Sec 25	79,534	61,801	60,313	63,289	0,000	6,510
Sec 26	79,302	64,777	63,289	66,265	0,000	6,510
Sec 27	78,797	67,753	66,265	69,241	0,000	6,510
Sec 28	77,936	70,729	69,241	72,217	0,000	6,510
Sec 29	76,741	73,705	72,217	75,193	0,000	6,510
Sec 30	75,076	76,681	75,193	78,169	0,000	6,510
Sec 31	73,013	79,657	78,169	81,145	0,000	6,510
Sec 32	70,576	82,633	81,145	84,121	0,000	6,510
Sec 33	67,730	85,608	84,121	87,096	0,000	6,510
Sec 34	64,482	88,584	87,096	90,072	0,000	6,510
Sec 35	60,922	91,560	90,072	93,048	0,000	6,510
Sec 36	57,391	94,536	93,048	96,024	0,000	6,510
Sec 37	53,765	97,512	96,024	99,000	0,000	6,510
Sec 38	50,419	100,488	99,000	101,976	0,000	6,510
Sec 39	47,081	103,464	101,976	104,952	0,000	6,510
Sec 40	44,023	106,440	104,952	107,928	0,000	6,510
Sec 41	41,011	109,416	107,928	110,903	0,000	6,510
Sec 42	38,506	112,391	110,903	113,879	0,000	6,510

Sec 43	36,293	115,367	113,879	116,855	0,000	6,510
Sec 44	34,829	118,343	116,855	119,831	0,000	6,510
Sec 45	33,664	121,319	119,831	122,807	0,000	6,510
Sec 46	29,802	124,295	122,807	125,783	0,000	6,510
Sec 47	23,016	127,271	125,783	128,759	0,000	6,510
Sec 48	7,156	129,503	128,759	130,247	0,000	6,510
Sec 49	3,983	134,991	134,247	135,735	0,000	6,510
TOTAL PTC	2.735,280	58,493			0,000	6,510

Anexo II – Buque base “Salica Frigo”



SALICA FRIGO: 8800m³ refrigerated cargo vessel

Shipbuilder:.....Hijos de J Barreras SA, (Astillero Barreras), Spain
 Vessel's name:.....*Salica Frigo*
 Hull number:.....1586
 Owner/operator:.....Albafrijo Canarias/Albafrijo SA, Spain
 Flag:.....Spain
 Designer:.....Hijos de J Barreras SA, Spain
 Total number of sister ships already completed:.....Nil
 Total number of sister ships still on order:.....Nil

THIS refrigerated cargo vessel is operated by a company closely connected with the Canary Islands banana and fruit trade, and features a somewhat unusual profile with poop and long forecastle erections on the main deck, joined by a fore-and-aft trunk to form a full-length upper deck. There are four cargo holds, of which Nos 2, 3 and 4 are accessed through 10m long x 9.37m wide hatches positioned on the trunk, with No 1 served by a 10m x 7.97m wide hatch on what is technically the forecastle.

Because of the fine fore-end lines, Nos 1 and 2 holds are sub-divided into only three tweendecks with deep tanks below, whereas Nos 3 and 4 holds have four tweendecks. All the decks have hatches fitted with hydraulically operated folding covers; these stow at each end of the openings.

The holds are served by four electric-hydraulic deck cranes; each is designed to lift 6000kg at 18m outreach and at a hoisting speed of 60m/min. Provision has been made for a single row/tier of 20ft containers to be carried on the main deck alongside the trunk, and on the upper deck alongside No 1 hatch. Appropriate power supplies are available for refrigerated units.

The cargo refrigeration plant has been sized for simultaneous operation of the four holds with each compartment provided with two finned air coolers, and high-performance ventilators supplying 90 air changes hourly. Three cooling units (total power 170kW) are fitted, each including a compressor, condenser, ammonia tank, plate heat exchanger for brine cooling, hot and cold brine pumps, CO₂ measuring, NH₃ detection, monitoring, control and alarm systems.

Ammonia (NH₃) is used as the primary coolant for the brine circulated to the hold evaporators through a three-temperature system, consisting of a main line for cooling, a freezing line, and a de-frosting line. The temperatures of the different rooms are modulated and computer-controlled through three-way valves.

The machinery installation incorporates an 'alternative propulsion system' using the two diesel-alternator sets to supply the main-engine driven alternator in reverse mode, and this in turn drives the gearbox and shaft line through the power take-in/power take-off at 1400kW. This arrangement

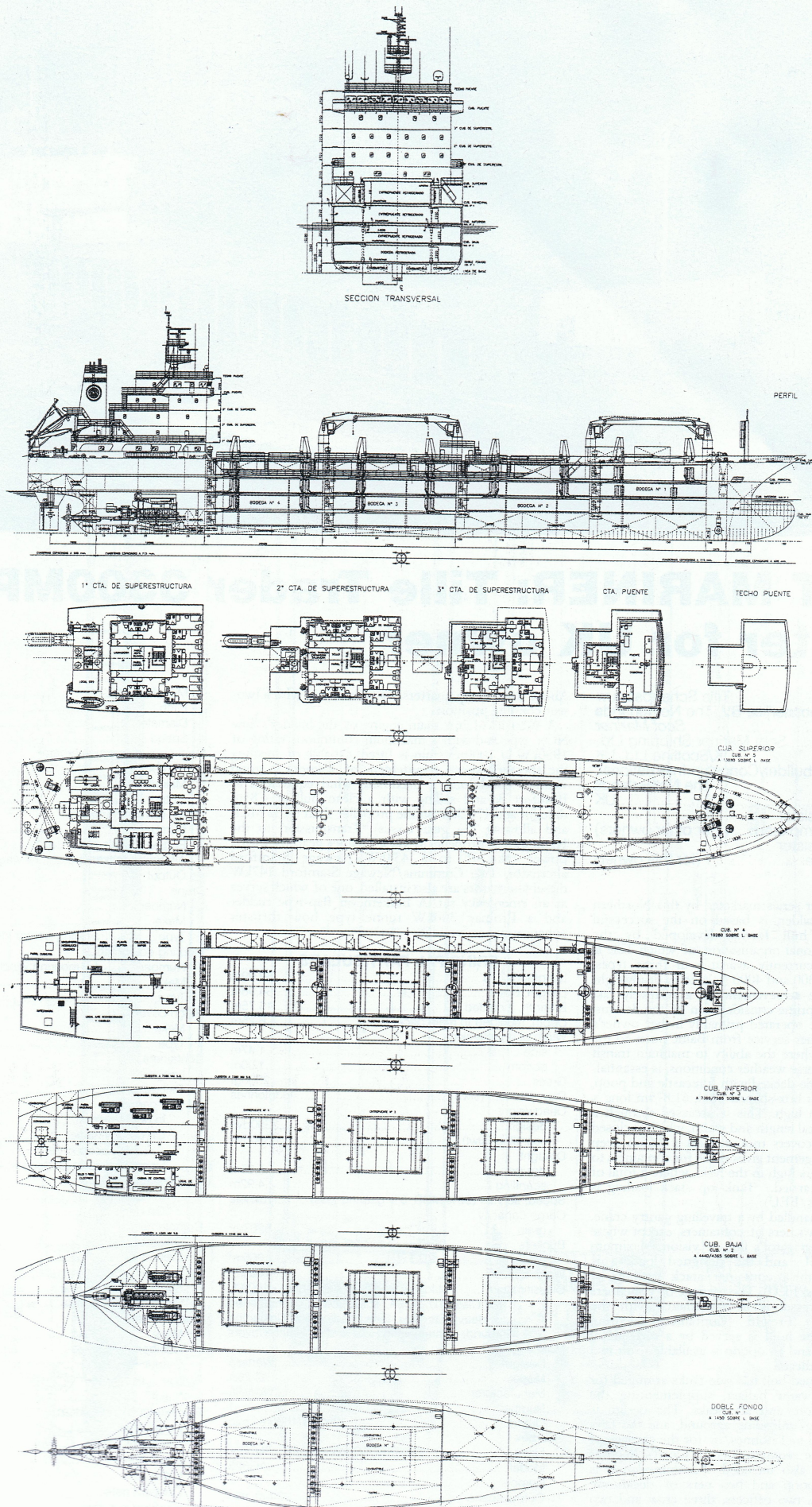
enables *Salica Frigo* to be brought into port at reduced speed in an emergency.

The main engine is a Wärtsilä 6L46C unit developing 6300kW at 500rev/min and coupled through a reduction gearbox to a CP propeller running at 132rev/min. The electrical generating plant, which also forms part of the alternative propulsion arrangements, consists of an Indar 1500kW alternator driven from the gearbox, and two Wärtsilä/Indar 990kW diesel-alternator sets. A hydraulically controlled 370kW CP thruster is fitted forward and the underhung rudder is of the Becker flap-type.

PRINCIPAL PARTICULARS

Length, oa.....132.90m
 Length, bp.....120.00m
 Breadth, moulded.....18.80m
 Depth, moulded
 to upper deck (trunk top).....13.08m
 to main deck.....10.28m
 to second deck.....7.36m/7.59m
 Gross.....
 Deadweight, design.....6150dwt
 Draught, design.....7.50m
 Speed, service, 90% MCR.....17knots
 Cargo capacity
 refrigerated.....8800m³
 Bunkers
 diesel oil.....1660m³
 Water ballast.....1200m³
 Classification.....Bureau Veritas 1 3/3+E, Refrigerated
 Cargo Carrier, AUT-MS, Deep Sea, RMC Freezing
 Percentage of high-tensile steel used in construction.....Nil
 Main engine
 Design.....Wärtsilä
 Model.....6L46C
 Manufacturer.....Wärtsilä
 Number.....1
 Output.....6300kW/500rev/min
 Gearbox
 Make.....Wärtsilä
 Model.....SCV 95
 Number.....1
 Output speed.....132rev/min
 Propeller
 Material.....Hub: stainless steel
 Blades.....Nickel-aluminium-bronze
 Manufacturer.....Wärtsilä
 Number.....1
 Pitch.....Controllable
 Diameter.....4500mm
 Speed.....132rev/min
 Main engine-driven alternator
 Number.....1
 Make/type.....Indar/LCB-560-M/6
 Output
 as PTO.....1500kW

as PTI.....1400kW
 Diesel-driven alternators
 Number.....2
 Engine make/type.....Wärtsilä/6L20
 Alternator make/type.....Indar/-
 Output.....2 x 990kW/1000rev/min
 Boiler
 Number.....1
 Type.....
 Make.....Ferrol
 Output.....3000kW
 Cargo cranes
 Number.....4
 Make/type.....Marco-Technicas/hydraulic
 Capacity.....6000kg at 18m radius/60m/min
 Mooring equipment
 Number.....2 x mooring winch/windlass
 2 x mooring winch
 Make.....Marco-Technicas
 Type.....Hydraulic
 Hatch covers
 Make.....
 Type.....Hydraulic folding-pairs
 on all decks
 Containers
 Length.....20ft
 Position.....Main deck and upper deck
 Total TEU capacity.....18
 Complement
 Officers.....6
 Crew.....19
 Cabin.....25 single
 Special rudder.....Becker flap-type
 Bow thruster
 Make.....Balino-Kamewa
 Number.....1
 Output.....370kW/1200rev/min
 Bridge control system
 Make.....Nautical-Furuno
 One man operation.....No
 Fire detection system
 Make.....RMI (Thorn)
 Fire extinguishing systems
 Holds and engineroom.....CO₂
 Make.....Iturri
 Radars
 Number.....2
 Make.....Furuno
 Models.....1 x X-band ARPA
 1 x S-band ARPA
 Waste disposal plant
 Sewage plant
 Number.....1
 Make.....Facet
 Model.....STP-2
 Contract date.....August 2000
 Launch/floatout date.....22 August 2001
 Delivery date.....November 2001



Anexo III – Figuras empleadas para el cálculo de los pesos

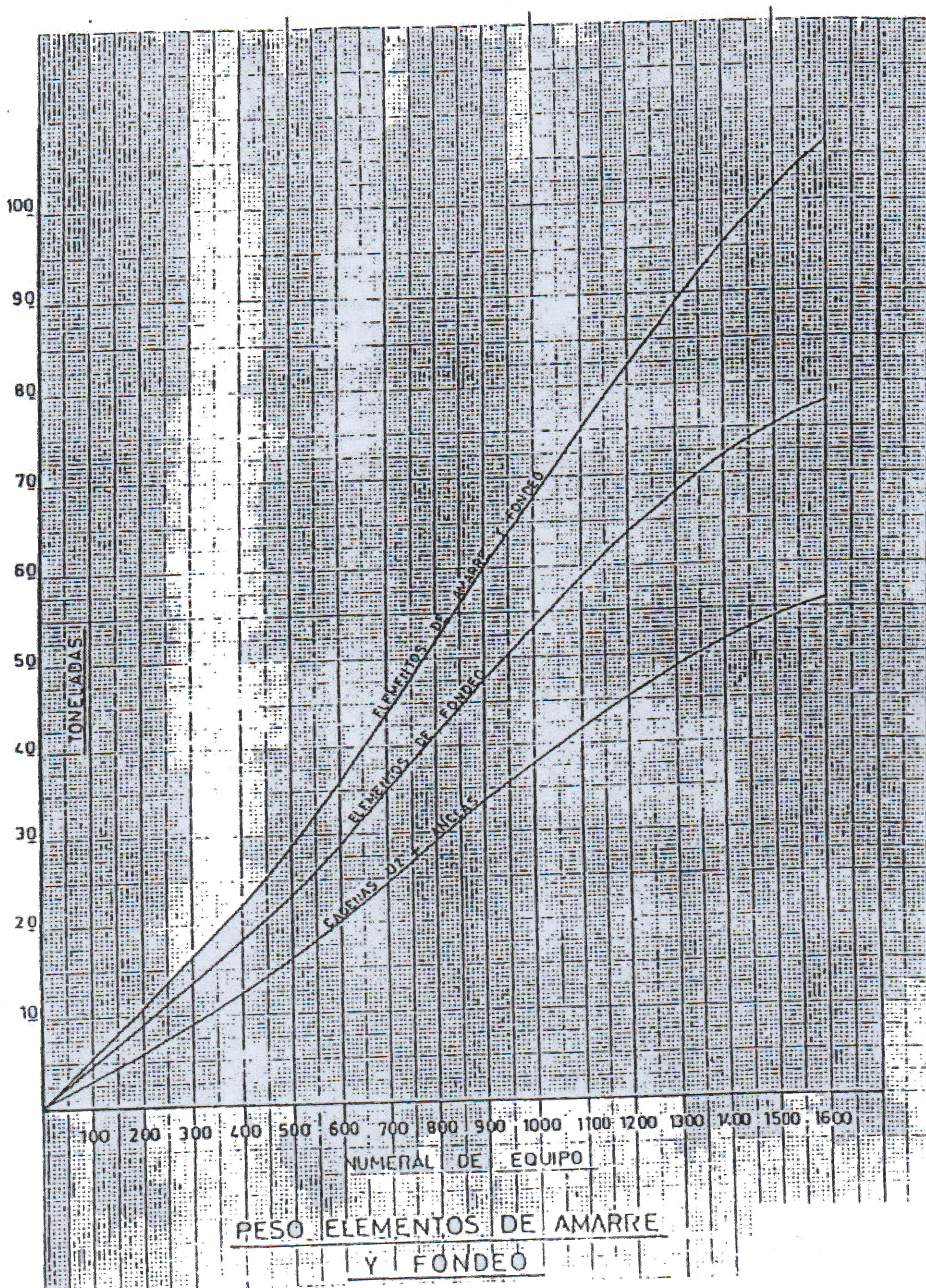


Fig. 9.5.5

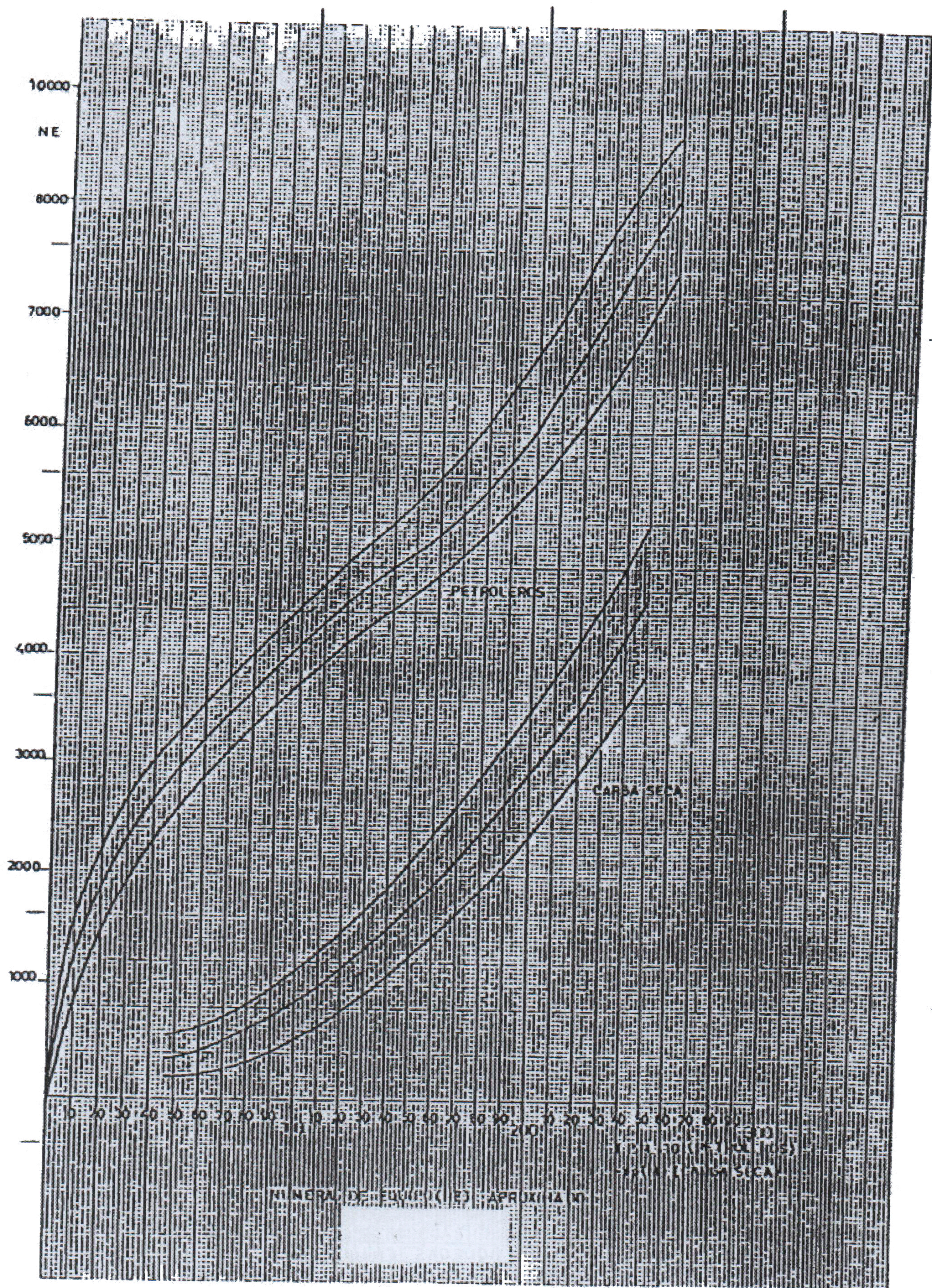


Fig. 9.5.9

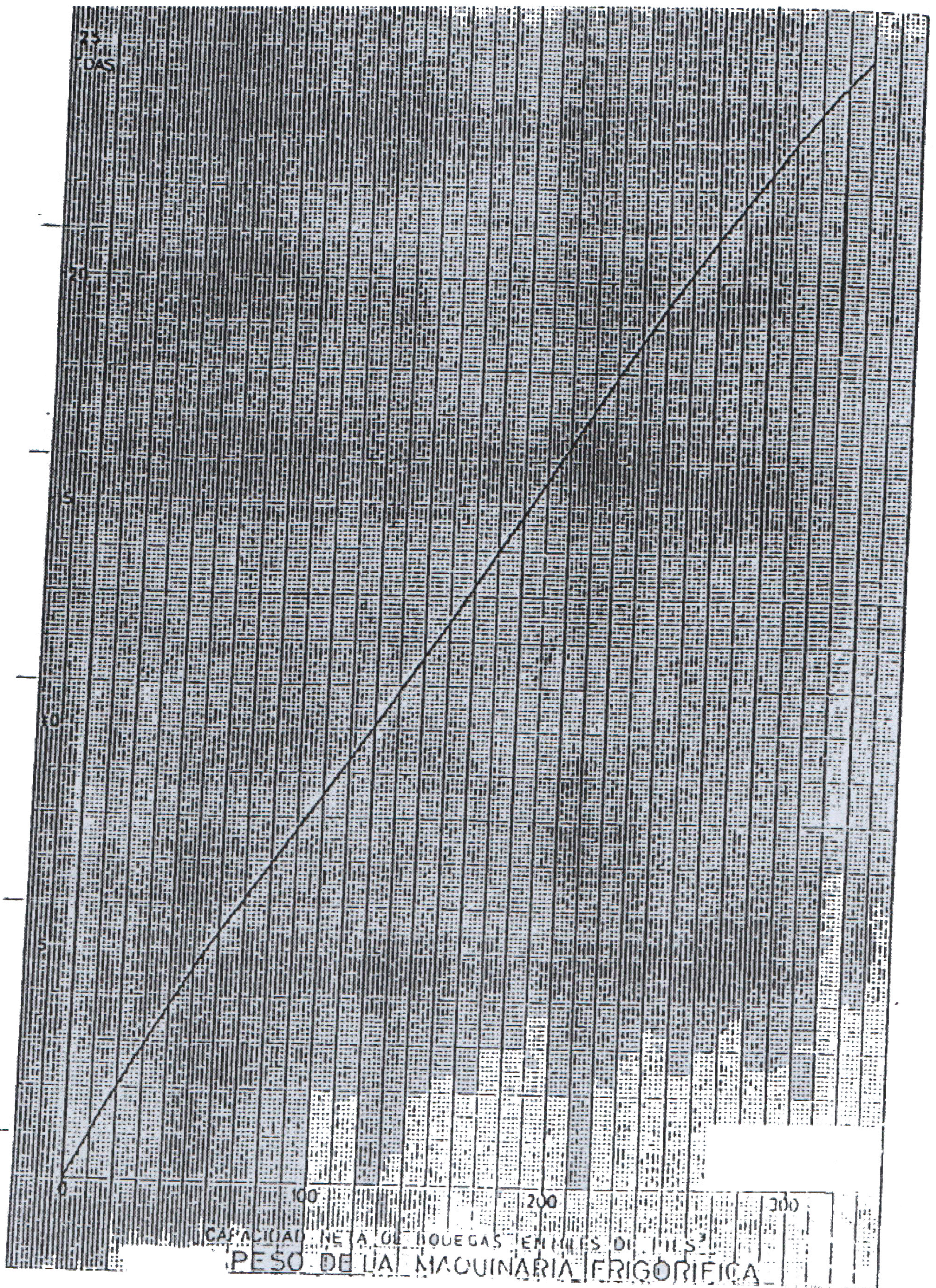


Fig. 9.5.10

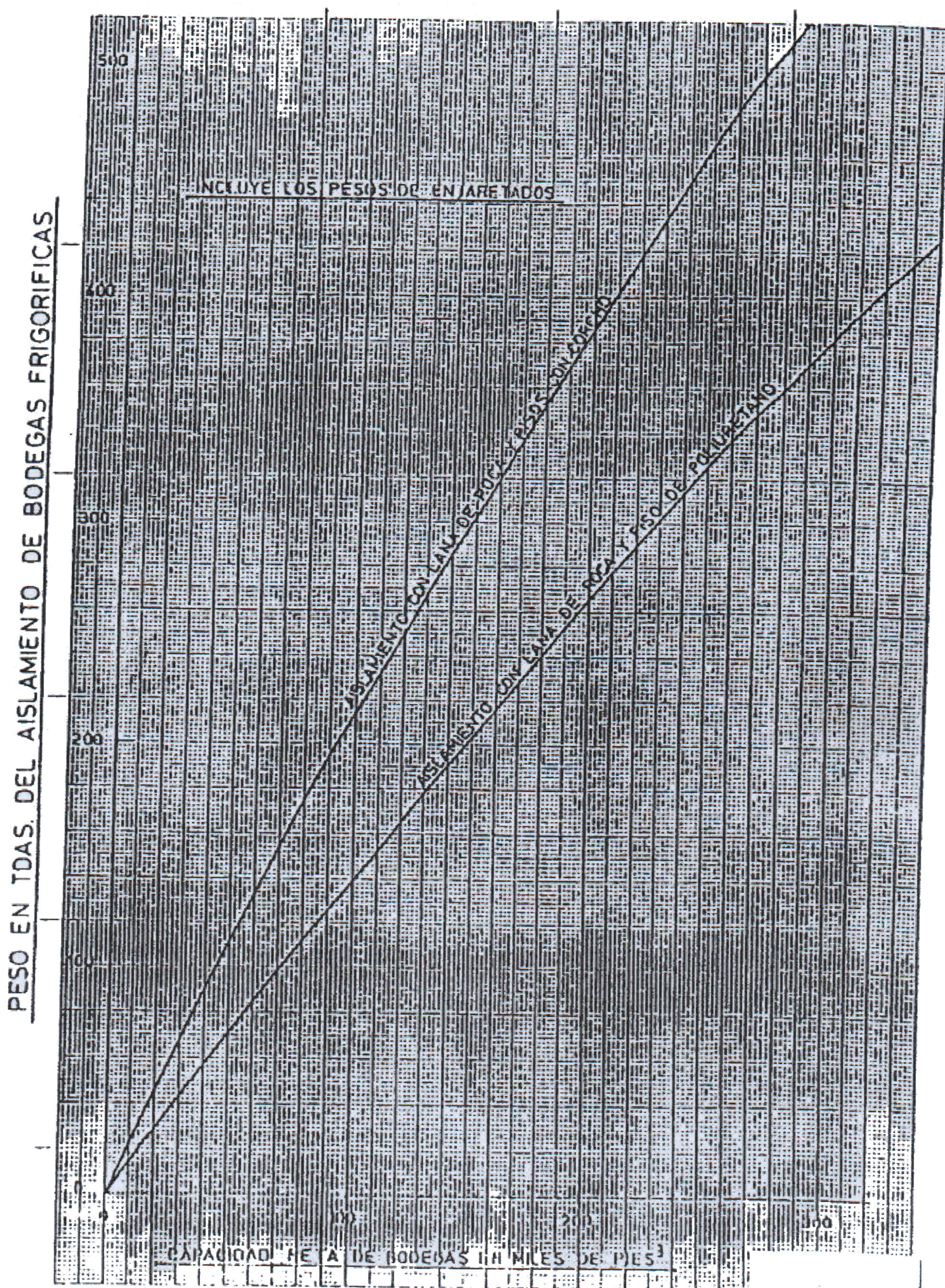


Fig. 9.5.11

Anexo IV – Motor y grúas seleccionadas

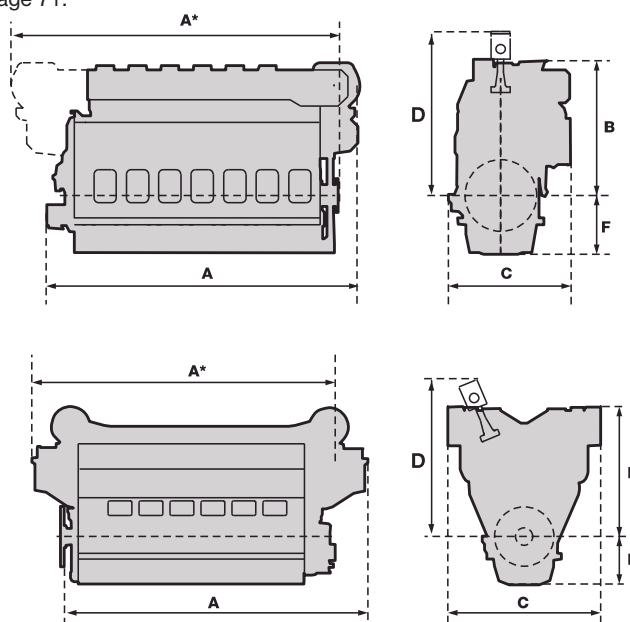
ENGINES AND GENERATING SETS

Wärtsilä 46F			IMO Tier II
Cylinder bore	460 mm	Fuel specification: Fuel oil	
Piston stroke	580 mm	700 cSt/50°C	7200 sR1/100°F
Cylinder output	1200 kW/cyl	ISO 8217, category ISO-F-RMK 700	
Speed	600 rpm	SFOC 170 g/kWh at ISO condition	
Mean effective pressure	24.9 bar	Option: Lubricating oil module integrated on engine.	
Piston speed	11.6 m/s		

Rated power	
Engine type	kW
6L46F	7 200
7L46F	8 400
8L46F	9 600
9L46F	10 800
12V46F	14 400
14V46F	16 800
16V46F	19 200

Dimensions (mm) and weights (tonnes)							
Engine type	A*	A	B	C	D	F	Weight
6L46F	8 430	8 620	3 500	2 930	3 750	1 430	97
7L46F	9 260	9 440	3 800	2 950	3 750	1 430	113
8L46F	10 080	10 260	3 800	2 950	3 750	1 430	124
9L46F	10 900	11 080	3 800	2 950	3 750	1 430	140
12V46F	10 080	10 150	3 820	4 050	3 800	1 620	173
14V46F	11 650	11 729	4 243	4 678	3 800	1 620	216
16V46F	12 700	12 779	4 243	4 678	3 800	1 620	233

* Turbocharger at flywheel end.
For definitions see page 71.



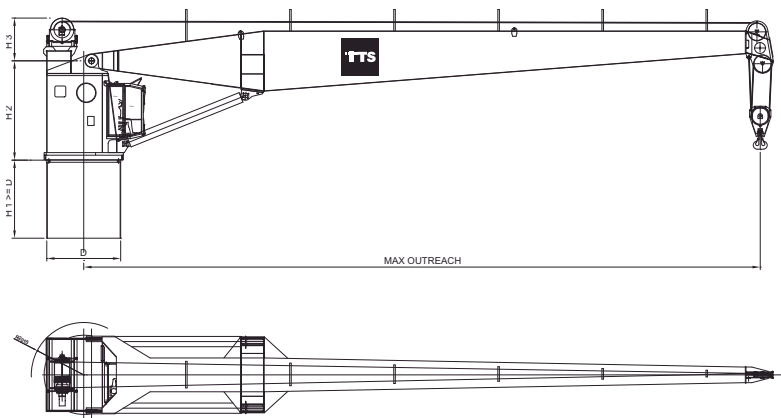
PRODUCT SPECIFICATION

TTS Cargo Cranes

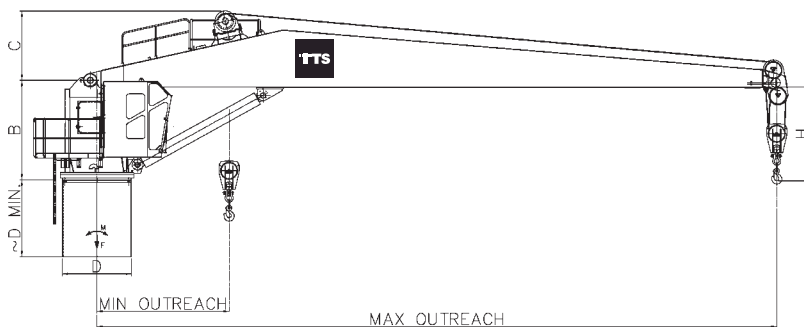
Basic design features

- Welded box boom for low maintenance. The design is stiff and rigid, with reduced flexibility, giving the operator a faster and more accurate positioning of the cargo
- Self contained unit with integrated hydraulic power pack
- Fail-safe brakes on all movements
- Fully enclosed and equipped drivers cabin with integrated heating
- Dual pump system with separate hydraulic circuit for hoist and luffing/slewing to ensure efficient cargo handling
- The variable speed hoist will automatically adjust to the highest possible speed for the appropriate load.

Type CCL



Type GPC



Standard equipment

- Complete crane with necessary equipment according to requirements from specified Classification Society and Flag State to ensure safe operation
- Pedestal of standard height ready for mounting and welding to vessel's main steel structure
- Electric starter equipment
- Flood lights mounted on jib
- Oil cooler for continuous use
- Limit switches for automatic stop of hook travel in top and bottom position
- Entire steel structure is made of certified steel and is sandblasted to Sa 2,5 prior to painting
- Full two-component epoxy/acrylic paint system of highest marine standard. Colour according to owner's choice
- All platforms and ladders are hot dip galvanised
- Full set of documentation and Operation Manual
- Hand operated pump for release of brake on winch and slewing gear
- Spare filters for one year normal operation.

Optional equipment

- Certification for personnel transfer
- Remote control
- Stabilizing winches
- Power swivel hook
- Load indicator
- Air conditioned cabin
- Extended pedestal height
- Heavy lift brackets allowing different reevings and SWL for different outreaches.
- Cargo gear certificate issued by any class society

Optional designs

- Telescopic boom
- Knuckle boom
- Twin jib head with two independently operated winches
- Twin cranes.

Type CCL

STANDARD DATA FOR GENERAL PURPOSE CARGO CRANES – TYPE CCL

CRANES MAX			PERFORMANCE AVER.			MAIN DIMENSIONS			CRANE WEIGHT
SIZE	SWL	OUTREACH	HOIST SPEED	LUFF. TIME	SLEW SPEED	H2	H3	D	Approx
tm	t	m	m/min	sec	rpm	m m	m m	m m	ton
1250	20	33,5	25,5/62	54	0,8	3700	1600	2530	49
1600		41	25,5/62	63	0,8	3800	1650	2840	61
1250	25	30	20/55	54	0,8	3700	1600	2530	47
1600		36	20/55	63	0,8	3800	1650	2840	59
2000		43	20/55	82	0,7	3900	1700	3120	68
1250	30	25,5	17/42	54	0,8	3700	1600	2530	45
1600		32	17/42	63	0,8	3800	1600	2840	56
2000		38,5	17/42	82	0,7	3900	1650	3120	64
2500		45	17/42	99	0,7	4200	1700	3570	85
1250	35	23,5	13/35	54	0,8	3700	1600	2530	43
1600		29	13/35	63	0,8	3800	1600	2840	54
2000		35	13/35	82	0,7	3900	1650	3120	62
2500		41	13/35	99	0,7	4200	1700	3570	81
1250	40	21,5	12,5/32	54	0,8	3700	1600	2530	42
1600		25,5	12,5/32	63	0,8	3800	1600	2840	51
2000		32	12,5/32	82	0,7	3900	1650	3120	60
2500		38	12,5/32	99	0,7	4200	1700	3570	78
1250	45	19,5	10/25	54	0,8	3700	1600	2530	41
1600		24	10/25	63	0,8	3800	1600	2840	50
2000		29	10/25	82	0,7	3900	1650	3120	57
2500		38	10/25	99	0,7	4200	1700	3570	76
1250	50	17,5	10/25	54	0,8	3700	1600	2530	39
1600		22	10/25	63	0,8	3800	1600	2840	49
2000		26,5	10/25	82	0,7	3900	1650	3120	55
2500		32	10/25	99	0,7	4200	1700	3570	73

Total weight of crane including all equipment – base column not included. Actual weights can vary with ± 10%
Speeds selected to leave sufficient pump capacity to operate another movement simultaneously and without significant speed reduction.

Power requirements
(common for all cranes):
- Rating: - 230 kW S1 - 100%
- 342 kW S6 - 40%
- 350 kW peak load

- Current: - 440V 60H
- 535 A at S6-40%
- 840 A starting current

Type GPC

STANDARD DATA FOR GENERAL PURPOSE CARGO CRANES – TYPE GPC

CRANES MAX			PERFORMANCE AVER.			POWER REQUIREMENT	MAIN DIMENSIONS			CRANE WEIGHT
SIZE	SWL	OUTREACH	HOIST SPEED	LUFF. TIME	SLEW SPEED	S6-40%	H2	H3	D INSIDE	Approx
tm	t	m	m/min	sec	rpm	kw	m m	m m	m m	ton
410	10,0	-24	25/50	75	0,8	125	2635	1880	1780	20
530		-28		85	0,7		2965	2020	2035	25
410	15,0	-17	20/40	50	1,5	150	2635	1880	1780	15
530		-21		60	1,1		2965	2020	2035	20
680		-28		70	0,9		3345	2210	2010	23
735		-30		75	0,8		3360	2210	2010	26
835		-32		90	0,9		3585	2340	2210	28
410	20,0	-13	12,5/25	40	1,9	150	2635	1880	1780	16
530		-16		50	1,3		2965	2020	2035	19
680		-21		55	1,2		3345	2210	2010	20
735		-23		60	1		3360	2210	2010	24
835		-25		85	0,9		3585	2340	2210	28
900		-27		85	0,9		3585	2340	2210	32
680	25,0	-16	10/20	45	1,5	150	3345	2210	2010	23
735		-18		60	1		3360	2210	2010	26
835		-20		85	0,9		3585	2340	2210	28
900		-22		85	0,9		3585	2340	2210	29
735	30,0	-15	10/20	60	1	184	3360	2210	2010	25
835		-17		85	0,9		3585	2340	2210	27
900		-20		85	0,9		3585	2340	2210	28

CUADERNO 3

COEFICIENTES DE FORMA Y PLANO DE FORMAS

BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³



Proyecto nº 13-510

Grado en Arquitectura Naval

Gabriel Pérez López



ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

PROYECTO FIN DE GRADO

CURSO 2.013-2.014

PROYECTO NÚMERO 13-510

TIPO DE BUQUE: BUQUE DE CARGA FRIGORÍFICO

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS.
SOLAS. MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Capacidad de carga de 400.000 FT3. Carga Refrigerada y carga congelada 54 TEUS SOBRE CUBIERTA PARA CARGA CONGELADA

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 17 nudos al calado de trazado con el motor al 85 % MCR y 15% de margen de mar. Autonomía 6.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Dos grúas géminis de 8T a 15 metros para pallets y carga refrigerada.

PROPULSIÓN: Motor/es diésel acoplado/s a una/s línea/s de ejes.

TRIPULACIÓN: 12 Personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Hélice en proa.

Ferrol, Septiembre de 2.013

ALUMNO: D. GABRIEL PEREZ LOPEZ

Contenido

1. Introducción	2
2. Contornos de proa y popa.....	3
2.1. Contorno de popa. Cotas de la hélice	3
2.2. Contorno de proa. Justificación del bulbo	4
2.2.1. Altura.....	5
2.2.2. Protuberancia	6
2.2.3. Área transversal	6
3. Formas del casco	7
4. Coeficientes de bloque, maestra y de la flotación. Valores de hidrostáticas	8
5. Bibliografía	9
Anexo I – Cartilla de trazado	10
Anexo II – Hidrostáticas del diseño del buque en el programa Maxsurf Modeler con los coeficientes de bloque, de la maestra y de la flotación.....	12
Anexo III – Contornos de proa y popa.....	14
Anexo IV – Plano de formas	16
Anexo V – Curva de áreas seccionales	19

1. Introducción

El objetivo de este cuaderno es obtener las formas para el buque en proyecto que tiene las siguientes características principales:

- L_{PP}: 128 m.
- B: 20 m.
- D: 13,5 m.
- T_{Diseño}: 7,071 m.
- C_B: 0,60
- Velocidad: 17 nudos
- Autonomía: 6.000 millas
- Peso en rosca: 6.300 tn.
- Peso muerto de diseño (carga de plátanos): 5.771,488 tn.
- Desplazamiento de diseño: 12.071,488 tn.
- Tripulación: 12 personas
- Volumen de bodegas: 400.000 ft³.
- Grúas: 2 grúas Géminis de 8 tn. a 15 metros.
- Pot. MP: 9.600 kW
- Pot. Aux.: 1.500 kW (PTO) + 2 x 1.000 kW

2. Contornos de proa y popa

Los contornos de proa y popa se han realizado en base a unas cotas determinadas por formulación y por semejanza al buque base del proyecto, cuidando que el resultado tenga un aspecto hidrodinámico bueno y que las dimensiones tengan un valor razonable.

2.1. Contorno de popa. Cotas de la hélice

Siguiendo las recomendaciones del Bureau Veritas, sociedad que clasificará el buque, las cotas mínimas de la hélice son las siguientes:

$$a = A * f * D$$

$$b = 1,5 * a$$

$$c = 0,12 * D; o \text{ espesor máximo del timón}$$

Donde:

$$f = \frac{(C_B * BHP)^{2/3}}{B * L_{PP}}$$

El coeficiente “A” depende del número de palas:

Número de palas	3	4	5	6
Coeficiente A	0,8	0,65	0,55	0,5

Como todavía no se ha dimensionado la hélice para este proyecto, se seleccionará el valor A = 0,65 correspondiente a una hélice de 4 palas.

El diámetro de la hélice se estimará de 4,5 metros tomando como referencia el buque base del proyecto.

$$f = \frac{(0,6 * 6.000)^{2/3}}{20 * 128} = 0,092$$

$$a = 0,65 * 0,092 * 4,5 = 0,268 \text{ m.}$$

$$b = 1,5 * 0,268 = 0,403 \text{ m.}$$

$$c = 0,12 * 4,5 = 0,540 \text{ m.}$$

Estas cotas son mínimas y no significa que la hélice tenga un funcionamiento correcto. Por ello, se debe dar un amplio margen para asegurar que el flujo de entrada en la hélice sea el adecuado, así como el buen funcionamiento del timón.

Aplicándoles un margen del 150% a cada cota, los resultados son los siguientes:

Cota	Dimensión (m.)	Dimensión con margen (m.)	Clara disponible (m.)
a	0,268	0,403	2,100
b	0,403	0,604	2,577
c	0,540	0,810	1,609

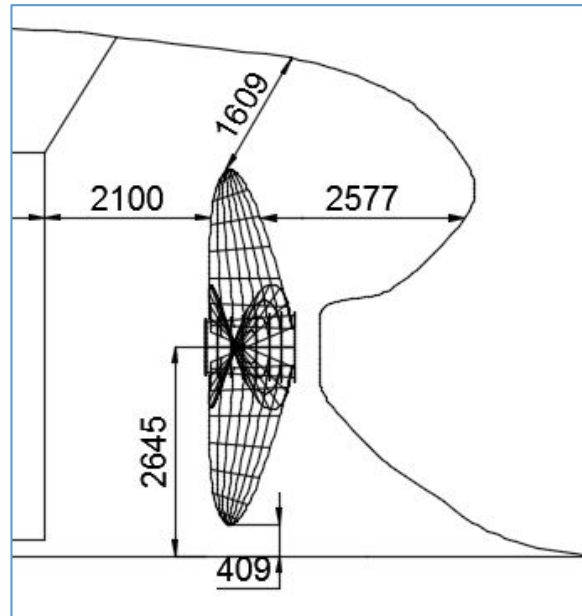


Figura 1. Croquis del contorno de popa con las claras de la hélice.

2.2. Contorno de proa. Justificación del bulbo

El uso del bulbo de proa para disminuir la resistencia al avance es recomendado cuando los parámetros principales del buque están dentro de los rangos:

$$0,65 < C_B < 0,815$$

$$5,5 < L_{PP}/B < 7,0$$

$$0,24 < F_n < 0,57$$

$$\frac{C_B * B}{L_{PP}} \leq 0,135$$

Relación	Valor inferior	Valor buque	Valor superior
C_B	0,65	0,6	0,815
L_{PP}/B	5,5	6,4	7,0
F_n	0,24	0,247	0,57
C_B*B/L_{PP}	---	0,094	0,135

Como se puede ver en la tabla, el valor del coeficiente de bloque del buque es el único que no entra dentro de los valores recomendados. A pesar de no cumplir con esta

recomendación, se instalará un bulbo en este buque dado que tanto el buque base como el resto de buques de la base de datos empleada para lograr las dimensiones principales en el Cuaderno 1 tienen instalado bulbo de proa.

Las características principales de un bulbo de proa son:

2.2.1. Altura

Para obtener un buen rendimiento del bulbo, éste debe estar relativamente próximo a la flotación. El bulbo no tendrá casi ningún efecto sobre el comportamiento del buque en una situación de calados dada, si en ella:

$$h < 0,35 * T_{Pr}$$

En general, puede conseguirse, mediante un proyecto adecuado del bulbo, que la resistencia de la carena sea satisfactoria en situaciones tan ligeras que la línea de agua “x” (máxima protuberancia) emerja muy claramente de la flotación:

$$h > 1,15 * T_{Pr}$$

Para ello, las líneas de agua de la zona baja del bulbo deben afinarse.

La ordenada sobre la línea base de la máxima protuberancia del bulbo debe fijarse de forma que la inmersión del bulbo sea aceptable en todas y cada una de las situaciones de calados que sean importantes para la explotación del buque.

Para la inmensa mayoría de los buques, “h” puede valer entre el 35 y el 55% del calado máximo en proa.

En el caso de este proyecto, la ordenada sobre la línea base de la máxima protuberancia del bulbo se encuentra a 5,334 metros, que equivalen a un 59% del calado máximo del buque resultado de escalar el bulbo del buque base, cuya máxima protuberancia se encuentra a 5,55 metros con un calado de diseño de 7,50 metros. El calado de diseño para este proyecto es de 7,071 metros.

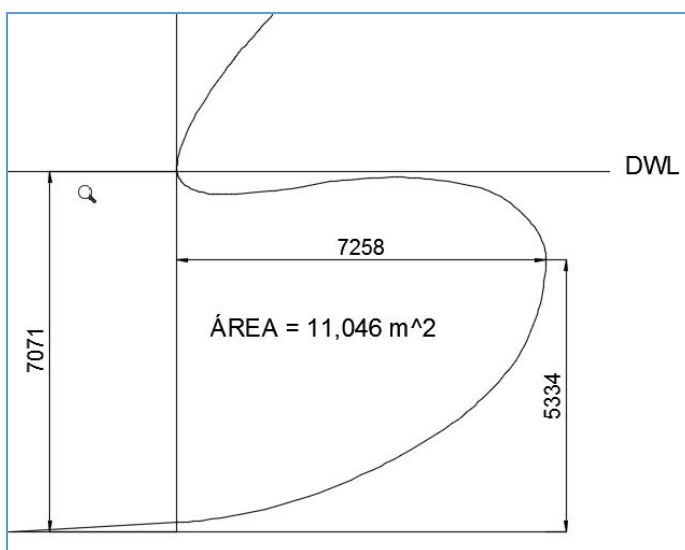


Figura 2. Croquis del contorno de proa con las dimensiones del bulbo.

2.2.2. Protuberancia

Es sin duda un parámetro menos crítico que la altura, entendiendo con ello que admite variaciones de mayor entidad sin grave deterioro de la calidad de las formas. Debe tenerse en cuenta que el efecto de la protuberancia en el desfase existente entre los sistemas de olas del bulbo y la carena sólo debe considerarse como muy importante si el buque es rápido ($F_n > 0,3$), que no es el caso del buque de este proyecto.

En el caso de este proyecto, la protuberancia del bulbo con respecto a la perpendicular de proa es de 7,258 metros con una $L_{PP} = 128$ m. La protuberancia del bulbo del buque base es de 7,00 metros para una eslora entre perpendiculares de 120 m.

2.2.3. Área transversal

El área transversal del bulbo viene dada por la Figura 3 (Figura 8.3.8 de la Ref. 1) Esta área viene expresada como porcentaje del área de la maestra en función de la relación L/B y del coeficiente de bloque del buque.

Empleando el software Maxsurf Modeler con las formas obtenidas según se explica en el Apartado 3 de este cuaderno, se consigue una maestra con un área de 138,075 m².

Con ayuda de la Figura 3 se obtiene un valor para el área transversal del bulbo aproximadamente igual a un 8% del área de la sección maestra, lo que equivale a 11,046 m².

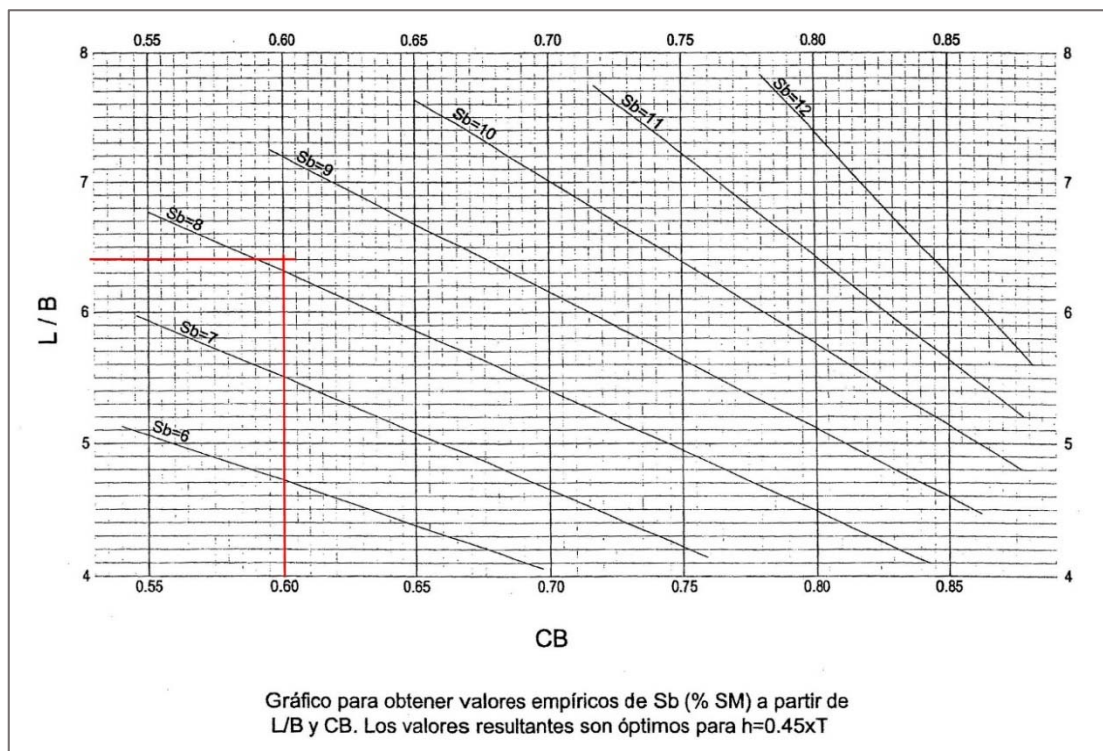


Figura 3. Gráfico para obtener el área del bulbo a partir del área de la maestra.

3. Formas del casco

Las formas del buque se han desarrollado utilizando las series sistemáticas de la BSRA (British Ship Research Association).

La serie para buques mercantes se aplica para buques con bulbo y sin bulbo, habiendo 2 familias de curvas diferentes para cada tipo. La serie se aplica para un rango del coeficiente de bloque entre 0,55 y 0,85.

Las flotaciones que muestra la serie están en porcentajes del calado según la tabla siguiente:

Flotación	% Calado	Altura de la flotación
A	7,69	0,544
B	15,38	1,088
C	23,08	1,632
D	38,46	2,720
E	53,85	3,808
F	69,23	4,895
G	84,62	5,983
H	100,00	7,071
J	115,38	8,159
K	130,77	9,247

Entrando en las figuras de la serie correspondientes a cada sección del buque con el coeficiente de bloque del mismo, obtenemos el porcentaje de la semimanga con la que corta cada línea de agua, definiendo nuestra cartilla de trazado.

Para completar la cartilla de trazado, en la serie sistemática también se incluyen tablas que indican los puntos de tangencia con el fondo en función del coeficiente de bloque.

La cartilla de trazado generada se encuentra en el Anexo I.

4. Coeficientes de bloque, maestra y de la flotación. Valores de hidrostáticas

Tras completar el diseño del buque en el programa Maxsurf Modeler, los principales valores de las hidrostáticas del buque, incluyendo los coeficientes de bloque, de la maestra y de la flotación son los siguientes:

Medida	Valor	Unidades
Desplazamiento	11212	t
Calado en la sección central	7,071	m
Eslora en la flotación	132,317	m
Área de la sección máxima	137,941	m ²
Área de la flotación	1922,006	m ²
Coeficiente de bloque	0,605	
Coeficiente prismático	0,620	
Coeficiente de la maestra	0,976	
Coeficiente de la flotación	0,751	

Cabe destacar que en el Cuaderno 1 del buque se estableció que el coeficiente de bloque de diseño del buque debía ser 0,60. El obtenido en el diseño en el ordenador es prácticamente idéntico.

Las hidrostáticas completas se presentan en el Anexo II.

5. Bibliografía

1. JUNCO OCAMPO, Fernando. *Proyectos de Buques y Artefactos. Proyecto de las formas de un buque*. Ferrol: Escuela Politécnica Superior, Universidad de A Coruña, 2005. ISBN: 84-96474-30-5.
2. ALVARIÑO CASTRO, Ricardo., AZPÍROZ AZPÍROZ, Juan José y MEIZOSO FERNÁNDEZ, Manuel. *El Proyecto Básico del Buque Mercante*. Madrid: Fondo Editorial de Ingeniería Naval, Colegio Oficial de Ingenieros Navales, 1997. ISBN: 84-921750-2-8.

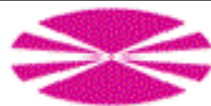
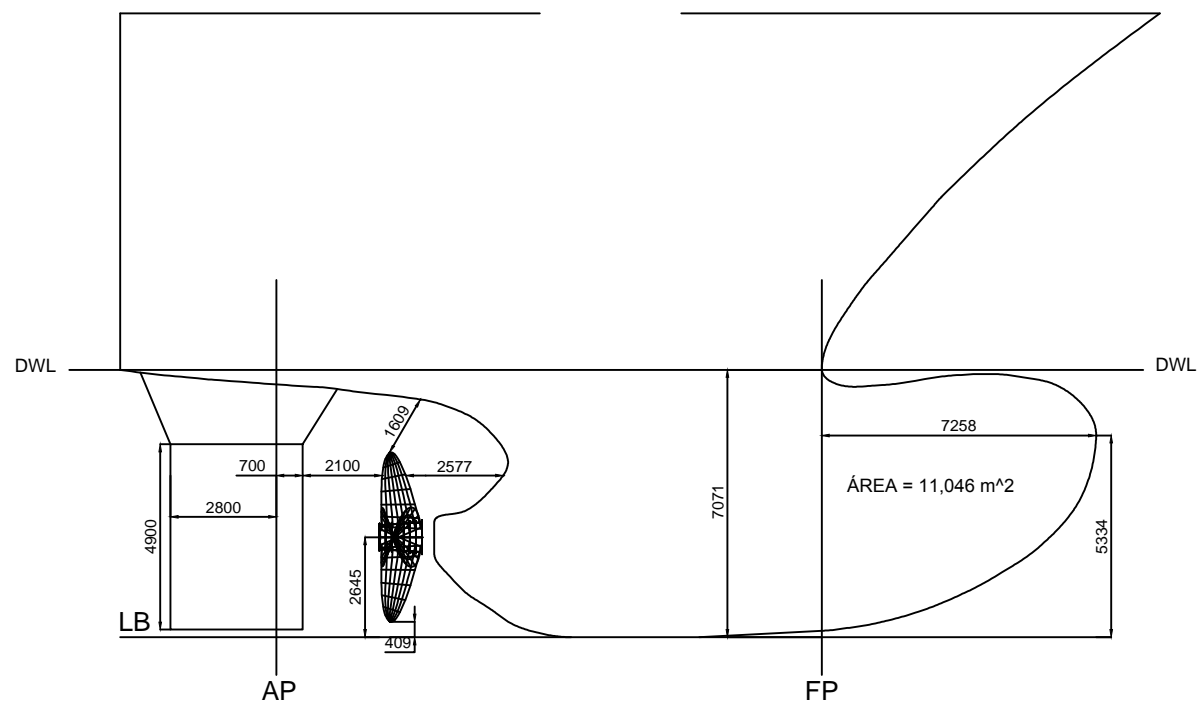
Anexo I – Cartilla de trazado

Posición longitudinal	Secciones / Líneas de agua	LA 1	LA 2	LA 3	LA 4	LA 5	LA 6	LA 7	LA 8	LA 9	LA 10
0,000	0								2,878	4,507	5,078
3,200	1/4								3,960	5,198	5,798
6,400	1/2	0,199	0,519	0,653	0,827	1,107	1,623	2,968	4,900	5,905	6,499
9,600	3/4	0,646	0,955	1,157	1,477	1,979	2,990	4,602	5,873	6,598	7,100
12,800	1	1,077	1,584	1,872	2,129	2,743	3,894	5,401	6,806	7,498	7,870
19,200	1 1/2	1,841	2,498	2,962	3,763	4,633	5,801	7,089	8,097	8,634	8,940
25,600	2	2,808	3,655	4,300	5,360	6,400	7,403	8,293	8,951	9,353	9,600
32,000	2 1/2	3,952	4,996	5,760	6,929	7,843	8,574	9,121	9,540	9,824	9,920
38,400	3	5,177	6,299	7,070	8,131	8,833	9,325	9,662	9,875	9,981	10,000
44,800	3 1/2	6,483	7,479	8,157	8,997	9,460	9,734	9,878	9,962	9,999	10,000
51,200	4	7,622	8,471	8,995	9,524	9,758	9,893	9,957	9,988	9,999	10,000
64,000	5	8,866	9,547	9,859	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
76,800	6	7,562	8,305	8,782	9,313	9,554	9,676	9,732	9,785	9,844	9,916
83,200	6 1/2	6,437	7,270	7,789	8,458	8,827	9,060	9,206	9,333	9,447	9,547
89,600	7	5,108	6,033	6,623	7,370	7,845	8,153	8,350	8,546	8,752	8,930
96,000	7 1/2	3,802	4,690	5,279	6,064	6,560	6,890	7,160	7,386	7,594	7,883
102,400	8	2,707	3,533	4,061	4,734	5,154	5,450	5,704	5,968	6,280	6,620
108,800	8 1/2	1,827	2,516	2,969	3,459	3,762	3,968	4,148	4,418	4,755	5,160
115,200	9	1,261	1,826	2,142	2,409	2,427	2,422	2,523	2,765	3,083	3,515
118,400	9 1/4	1,101	1,551	1,809	1,974	1,859	1,763	1,810	1,978	2,260	2,672
121,600	9 1/2	0,926	1,369	1,576	1,645	1,558	1,350	1,164	1,255	1,496	1,816
124,800	9 3/4	0,832	1,169	1,304	1,309	1,238	1,009	0,680	0,659	0,805	1,083
128,000	10	0,537	0,878	1,065	1,128	1,117	0,919	0,435	0,063	0,163	0,313
	Altura línea agua sobre LB	0,544	1,088	1,632	2,720	3,808	4,895	5,983	7,071	8,159	9,247

Anexo II – Hidrostáticas del diseño del buque en el programa Maxsurf Modeler con los coeficientes de bloque, de la maestra y de la flotación

Medida	Valor	Unidades
Displacement	11212	t
Volume (displaced)	10938,066	m ³
Draft Amidships	7,071	m
Immersed depth	7,071	m
WL Length	132,317	m
Beam max extents on WL	20	m
Wetted Area	3180,773	m ²
Max sect. area	137,941	m ²
Waterpl. Area	1922,006	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0,62	
Block coeff. (Cb)	0,605	
Midship Sect. area coeff. (Cm)	0,976	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,751	
LCB length	62,601	from zero pt. (+ve fwd) m
LCF length	57,525	from zero pt. (+ve fwd) m
LCB %	48,907	from zero pt. (+ve fwd) % Lbp
LCF %	44,941	from zero pt. (+ve fwd) % Lbp
KB	3,869	m
KG fluid	0	m
BMt	4,515	m
BML	161,742	m
GMt corrected	8,385	m
GML	165,612	m
KMt	8,385	m
KML	165,612	m
Immersion (TPc)	19,701	tonne/cm
MTc	145,059	tonne.m
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	1640,585	tonne.m
Length:Beam ratio	6,405	
Beam:Draft ratio	2,826	
Length:Vol^{0.333} ratio	5,766	

Anexo III – Contornos de proa y popa



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

Gabriel Pérez López

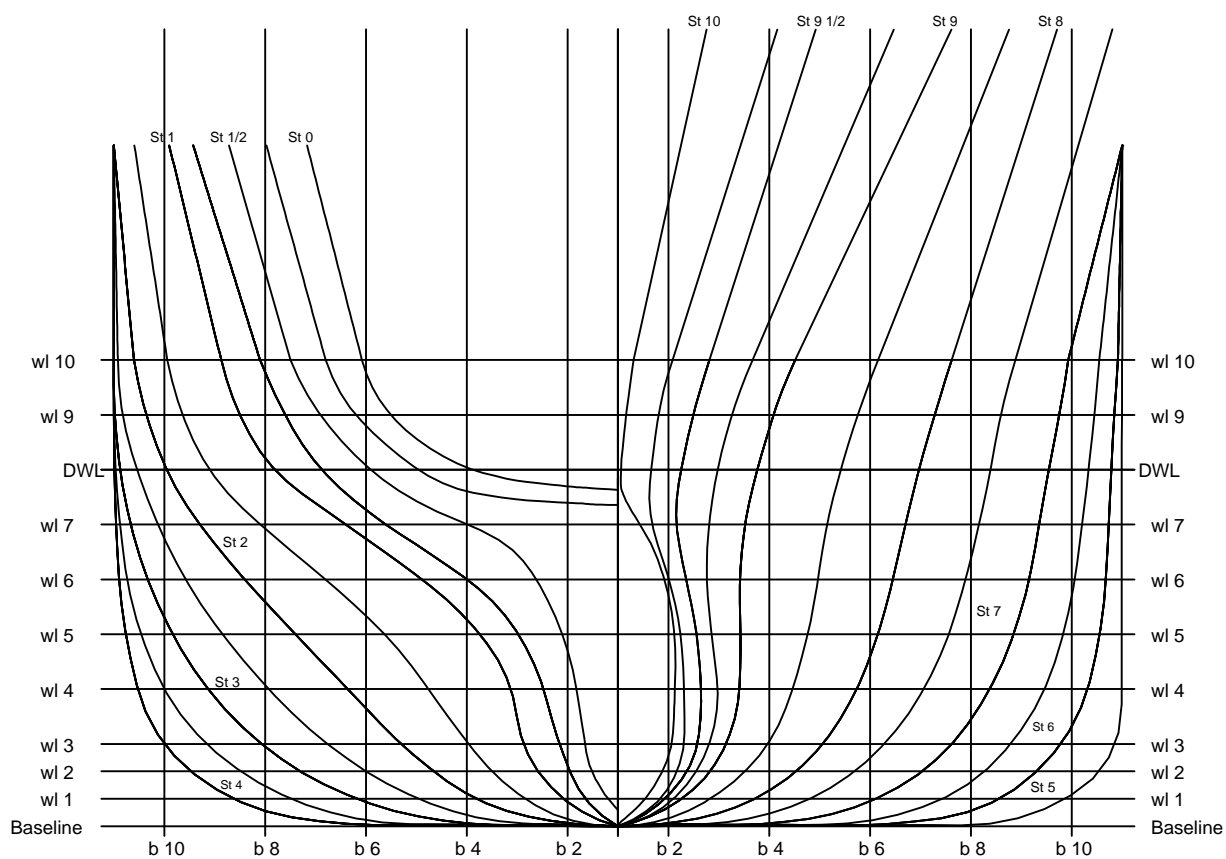
**CONTORNOS DE PROA
Y POPA**

FERROL,
Junio de 2014

ESCALA
1:200

PLANO 01/03

Anexo IV – Plano de formas



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

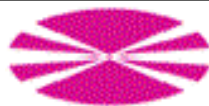
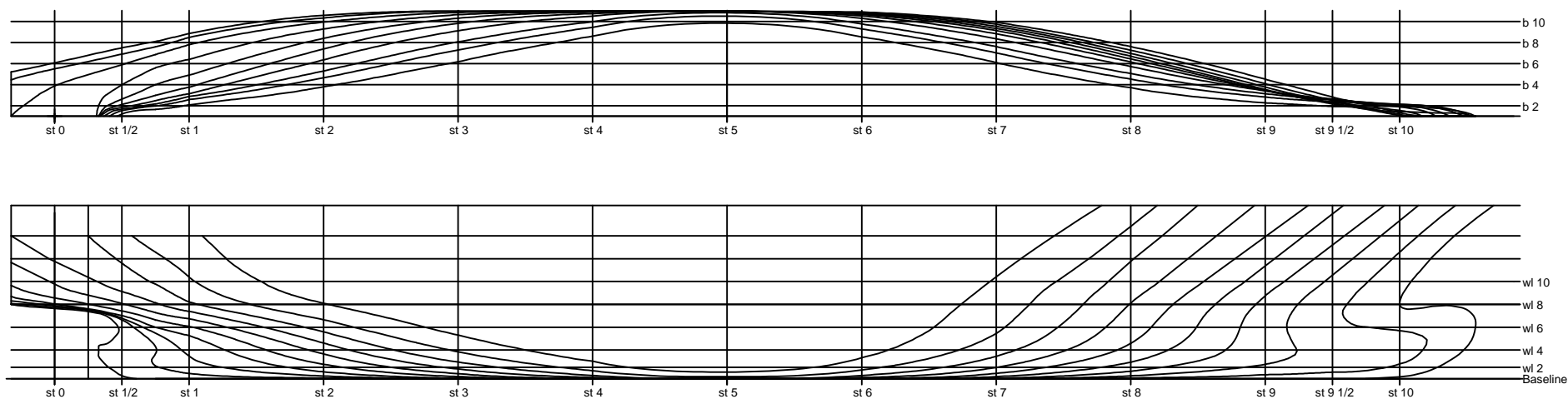
Gabriel Pérez López

SECCIONES

FERROL,
 Junio de 2014

ESCALA
 1:150

PLANO 02/03



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

Gabriel Pérez López

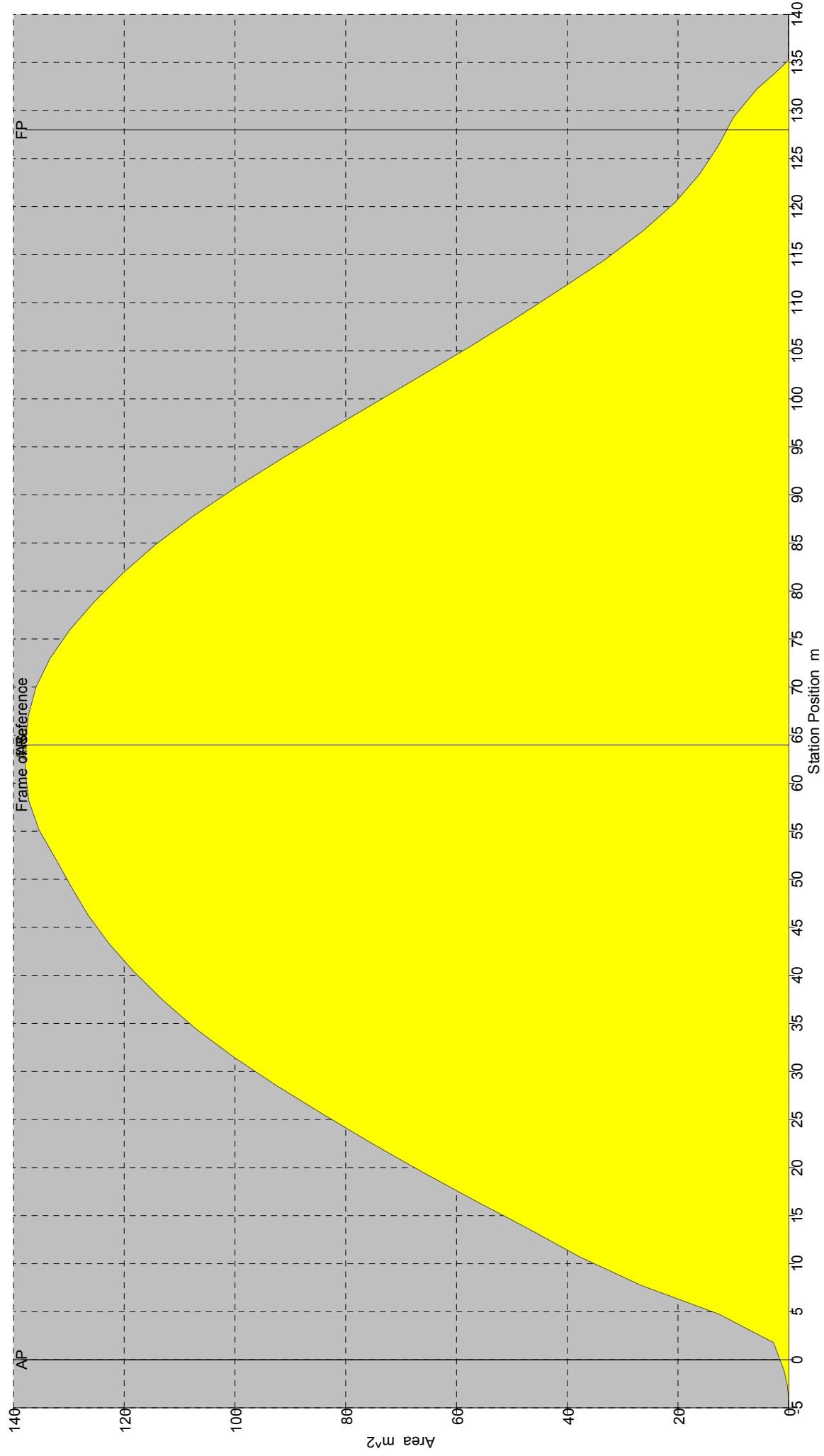
FLOTACIONES Y PERFILES

FERROL,
 Junio de 2014

ESCALA
 1:600

PLANO 03/03

Anexo V – Curva de áreas seccionales



CUADERNO 4

CÁLCULOS DE ARQUITECTURA NAVAL

BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³



Proyecto nº 13-510

Grado en Arquitectura Naval

Gabriel Pérez López



ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

PROYECTO FIN DE GRADO

CURSO 2.013-2.014

PROYECTO NÚMERO 13-510

TIPO DE BUQUE: BUQUE DE CARGA FRIGORÍFICO

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS.
SOLAS. MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Capacidad de carga de 400.000 FT3. Carga Refrigerada y carga congelada 54 TEUS SOBRE CUBIERTA PARA CARGA CONGELADA

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 17 nudos al calado de trazado con el motor al 85 % MCR y 15% de margen de mar. Autonomía 6.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Dos grúas géminis de 8T a 15 metros para pallets y carga refrigerada.

PROPULSIÓN: Motor/es diésel acoplado/s a una/s línea/s de ejes.

TRIPULACIÓN: 12 Personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Hélice en proa.

Ferrol, Septiembre de 2.013

ALUMNO: D. GABRIEL PEREZ LOPEZ

Contenido

1.	Introducción	3
2.	Compartimentado	4
2.1.	Compartimentado longitudinal	4
2.1.1.	Número de mamparos transversales estancos	4
2.1.2.	Mamparo de colisión	4
2.1.3.	Mamparos de popa y proa de cámara de máquinas	5
2.1.4.	Mamparos transversales que separan la carga	5
2.2.	Compartimentado transversal	6
2.3.	Compartimentado vertical	6
3.	Zona estanca de KN	7
4.	Tablas de características hidrostáticas	7
4.1.	Asientos	7
4.2.	Calados	7
4.3.	Desplazamientos	8
5.	Curvas KN	8
6.	Puntos de inundación progresiva	8
6.1.	Puntos de inundación progresiva no protegidos	9
6.2.	Puntos de inundación progresiva protegidos	9
7.	Cálculo del volumen de tanques de consumo	9
7.1.	Tanques de fuel oil	9
7.2.	Tanques de diésel oil	10
7.3.	Tanques de lastre	11
7.4.	Tanques de agua dulce	11
7.5.	Tanques de aguas grises y negras	12
7.6.	Tanques de aceite	12
7.7.	Tanques de residuos oleaginosos	12
7.8.	Tanques de lodos	13
8.	Justificación del RPA de volumen de bodegas	13
9.	Resumen de tanques. Capacidades requeridas y disponibles	15
10.	Bibliografía	16
	Anexo I – Posición longitudinal de las cuadernas	17
	Anexo II – Plano del mamparo de colisión	19

Anexo III – Plano de la zona estanca de KN.....	21
Anexo IV – Planos de compartimentos y tanques	23
Anexo V – Tablas de características hidrostáticas	27
Trimado = + 1,5 m	28
Trimado = + 1 m	30
Trimado = +0,5 m	32
Trimado = 0 m	34
Trimado = -0,5 m	36
Trimado = -1 m	38
Trimado = -1,5 m	40
Anexo VI – Curvas KN	42
Trimado = +1,5 m	43
Trimado = + 1 m	44
Trimado = 0,5 m	45
Trimado = 0 m	46
Trimado = -0,5 m	47
Trimado = -1 m	48
Trimado = -1,5 m	49
Anexo VII – Análisis “Tank Calibration”	50

1. Introducción

El objetivo de este cuaderno es disponer el compartimentado para el buque en proyecto, cuyas características principales son las siguientes:

- L_{PP}: 128 m.
- B: 20 m.
- D: 13,5 m.
- T_{Diseño}: 7,071 m.
- C_B: 0,60
- Velocidad: 17 nudos
- Autonomía: 6.000 millas
- Peso en rosca: 6.300 tn.
- Peso muerto de diseño (carga de plátanos): 5.771,488 tn.
- Desplazamiento de diseño: 12.071,488 tn.
- Tripulación: 12 personas
- Volumen de bodegas: 400.000 ft³.
- Grúas: 2 grúas Géminis de 8 tn. a 15 metros.
- Pot. MP: 7.200 kW
- Pot. Aux.: 1.500 kW (PTO) + 2 x 1.000 kW

2. Compartimentado

Antes de realizar el compartimentado, se define la separación entre cuadernas del buque, que ajustándose a las recomendaciones del Bureau Veritas se establece:

- Separación entre cuadernas de 600 milímetros desde el extremo de popa hasta el mamparo de popa de cámara de máquinas.
- Separación de 715 mm. desde el mamparo de popa de cámara de máquinas hasta el mamparo de colisión.
- Separación de 600 mm. desde el mamparo de colisión hasta el extremo de proa.

El buque llevará bulárcamas espaciadas 4 claras de cuadernas entre sí.

En el Anexo I se encuentra una tabla con las posiciones longitudinales de cada una de las cuadernas.

2.1. Compartimentado longitudinal

El compartimentado longitudinal se establecerá en base a criterios lógicos y cumpliendo con la normativa de la sociedad de clasificación Bureau Veritas y del SOLAS. En la Parte B, Capítulo 2, Sección 1 del documento “*Rules for Classification of Steel Ships*” del BV se indica el número y posición de los mamparos transversales.

2.1.1. Número de mamparos transversales estancos

Según el reglamento de BV, el número mínimo de mamparos transversales estancos para buques con eslora superior o igual a 120 metros es de 6 mamparos. En el caso de este proyecto se instalarán 7 mamparos transversales estancos para conseguir dividir el espacio de carga en 4 bodegas con 14 espacios de carga independientes.

2.1.2. Mamparo de colisión

Según el reglamento del BV, esta posición estará comprendida entre el menor de $0,05 \cdot L$ o 10 metros y no más del $0,08 \cdot L$, donde L es el valor de la eslora según el “*Convenio Internacional de Líneas de Carga*”:

- Puntal mínimo de trazado (D): 13,500 m.
- Flotación al 85 % de D: 11,475 m.
- Eslora en la flotación al 85% de D: 135,139 m.
- Eslora total * 0,96: 129,733 m.
- Eslora al eje de la mecha del timón: 131,007 m.
- **Eslora reglamentaria (L): 131,007 m.**

Se verifica que:

- $0,05 * L = 6,550 \text{ m.}$
- $0,08 * L = 10,481 \text{ m.}$

En caso de tener bulbo, esa distancia se mide desde un punto situado a proa de la perpendicular cuyo valor sea el menor de:

- La mitad de la prolongación del bulbo: 3,625 m.
- **El 1,5% de L: 1,965 m.**
- 3 metros.

Como se puede ver, el menor de los tres valores es el correspondiente al 1,5% de L. Por lo tanto:

- Posición desde la que medir: 129,965 m.
- Posición mínima desde la perpendicular de popa: 119,484 m.
- Posición máxima desde la perpendicular de popa: 123,415 m.

Se colocará el mamparo de colisión en la cuaderna más próxima a la proa dentro del margen permitido para aprovechar al máximo el espacio de bodegas:

- **Posición del mamparo de colisión: Cuaderna 174 → 122,915 m.**

En el Anexo II se presenta un plano aclarativo de estos cálculos.

2.1.3. Mamparos de popa y proa de cámara de máquinas

Teniendo en cuenta el diseño preliminar del buque realizado en el Cuaderno 1, la eslora de la cámara de máquinas tendrá un valor de 18,590 metros. Este valor es igual al del buque base ya que el número de cuadernas en la sección de la cámara de máquinas y el espaciado entre ellas se ha mantenido en este proyecto.

El motor escogido para este proyecto, el Wärtsilä 8L46F, tiene una longitud de 9,440 metros, por lo que hay un margen suficiente en la cámara de máquinas.

- **Posición del mamparo de popa de cámara de máquinas: Cuaderna 13 → 7,800 m.**
- **Posición del mamparo de proa de cámara de máquinas: Cuaderna 39 → 26,390 m.**

2.1.4. Mamparos transversales que separan la carga

Se dispondrán 4 mamparos transversales para dividir la zona de carga en 4 bodegas separadas con 14 espacios de carga independientes. El mamparo de proa de éstos limitará con el espacio del propulsor de proa, al que se le reservará una eslora aproximada de 3

veces el diámetro del mismo, que en una aproximación inicial se considerará de 1250 mm. de diámetro.

- Diámetro del propulsor: 1,250 m.
- 3 * Diámetro: 3,750 m.
- **Posición del mamparo de bodegas 1: Cuaderna 71 → 49,270 m.**
- **Posición del mamparo de bodegas 2: Cuaderna 103 → 72,150 m.**
- **Posición del mamparo de bodegas 3: Cuaderna 135 → 95,030 m.**
- **Posición del mamparo de bodegas 4: Cuaderna 167 → 117,910 m.**
- Posición del mamparo de colisión: Cuaderna 174 → 122,915 m.
- Espacio entre el mamparo de bodegas 4 y el de colisión: 5,005 m.

2.2. Compartimentado transversal

El compartimentado transversal de este buque se limita a la zona de tanques, ya que un mamparo longitudinal en la bodega hace que sea impracticable el paso de carretillas para la estiba de la carga. Los mamparos longitudinales serán colocados en tanques simétricos que lleguen a crujía para evitar el efecto de la superficie libre. Tampoco se dispondrá doble casco en la zona de bodegas. En el doble fondo se dispondrá un túnel para tuberías de un ancho de 1500 mm. situado en crujía. También se dispondrán en el doble fondo dos mamparos longitudinales, uno a cada banda, que dividirán el mismo en 4 tanques de doble fondo.

2.3. Compartimentado vertical

El doble fondo estará a 1,500 m. sobre la línea base, cumpliendo así los requerimientos de las Sociedades de Clasificación. Para dimensionar la altura de los entrepuentes de carga se establece una altura libre de 2,200 m. para que se puedan realizar las labores de carga y descarga de pallets sin problemas. Por cada entrepuente se reservará una altura de 800 mm. ocupada por la estructura del mismo y por los sistemas de refrigeración de la carga. En las dos primeras bodegas de proa, el doble fondo ocupará también el espacio de carga más bajo de cada bodega para compensar los asientos que adquieren este tipo de buques. Este espacio extra del doble fondo se utilizará para almacenar el combustible y como lastre.

3. Zona estanca de KN

La zona estanca del buque comprende todo el casco hasta la cubierta principal (13,50 m. sobre LB), incluyendo el castillo de proa, a una altura de 16,50 m. Se consideran dentro de la zona estanca las escotillas.

A esta zona estanca se le deducen las tomas de mar y el túnel del propulsor de proa.

En el Anexo III se encuentra un plano de la zona estanca del buque.

4. Tablas de características hidrostáticas

Las tablas de características hidrostáticas se calcularán para una serie de valores de asientos, calados y desplazamientos. Con ello se busca conocer el comportamiento del buque en cada una de las situaciones correspondientes a estos rangos de valores.

Las tablas calculadas se presentarán en el Anexo V.

4.1. Asientos

El cálculo de las características hidrostáticas del buque se realizará para un rango de asientos, tanto positivos (a popa) como negativos (a proa). El rango de valores tomado irá desde un asiento positivo de 1,50 metros hasta un asiento negativo de 1,50 metros, siendo el intervalo entre cada asiento de 0,50 metros.

Asientos (m)	+1,50	+1,00	+0,50	0,00	-0,50	-1,00	-1,50
---------------------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------

4.2. Calados

Para obtener un rango de calados amplio, el valor más bajo será el calado mínimo para conseguir la inmersión de la hélice. Este calado será indicado más adelante para calcular la capacidad mínima de los tanques de lastre y corresponde a un valor de 5,20 metros.

El valor más alto será aquel calado con el que el buque navega a plena carga transportando la carga con mayor peso específico. Para un buque frigorífico como el que se está proyectando, la carga con mayor peso específico es la carne, cuyo valor sería de 0,623 tn/m³. Este valor ya ha sido calculado anteriormente en el Cuaderno 1 de este proyecto y corresponde a un valor de 9,015 metros.

Fijando estos dos calados (máximo y mínimo) e introduciendo un salto de 0,545 m., se consiguen 8 calados equidistantes sobre los que realizar los cálculos.

Calados (m)	5,200	5,745	6,290	6,835	7,380	7,925	8,470	9,015
--------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

4.3.Desplazamientos

De un modo lógico, a cada uno de los calados indicados en el punto anterior les corresponde unos desplazamientos (asiento 0), que serán los utilizados para este cálculo:

Desplazamientos (m)	7.733	8.716	9.722	10.760	11.836	12.942	14.069	15.214
----------------------------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------

5. Curvas KN

Las curvas KN (o curvas cruzadas de estabilidad) sirven para calcular el brazo adrizante para un desplazamiento y asiento determinado a un ángulo de escora θ según la expresión:

$$GZ = KN - KG * \sin \theta$$

Para este cálculo se aplicarán los valores anteriormente desarrollados de asientos, calados y desplazamientos. Además, se añadirá un nuevo rango de valores para el ángulo de escora:

Ángulos (°)	10	20	30	40	50	60
--------------------	----	----	----	----	----	----

Con este rango de ángulo se busca alcanzar los puntos de inundación progresiva que se definirán en el siguiente apartado.

Los resultados del análisis de las curvas KN se presentan en el Anexo VI.

6. Puntos de inundación progresiva

Estos puntos sirven para comprobar los criterios de estabilidad de las diferentes condiciones de carga.

Los puntos considerados, obtenidos del buque base, son los correspondientes a:

- Puertas estancas a la intemperie con acceso a la habitación.
- Puertas estancas a la intemperie con acceso a espacios de máquinas.
- Hongos de ventilación.

6.1. Puntos de inundación progresiva no protegidos

Nombre	Pos. Longitudinal (m)	Pos. Transversal (m)	Posición vertical (m)
Ventilación BR 01	27,110	-3,400	15,500
Ventilación ER 01	27,110	3,400	15,500
Ventilación BR 02	50,260	-5,000	15,500
Ventilación ER 02	50,260	5,000	15,500
Ventilación BR 03	73,140	-5,000	15,500
Ventilación ER 03	73,140	5,000	15,500
Ventilación BR 04	95,745	-5,000	18,500
Ventilación ER 04	95,745	5,000	18,500

6.2. Puntos de inundación progresiva protegidos

Nombre	Pos. Longitudinal (m)	Pos. Transversal (m)	Posición vertical (m)
Puerta hab. BR 01	20,360	-7,300	13,600
Puerta hab. BR 02	12,020	-6,960	13,600
Puerta hab. BR 03	9,560	-6,795	13,600
Puerta hab. ER 01	20,360	7,300	13,600
Puerta hab. ER 02	4,200	2,950	13,600

7. Cálculo del volumen de tanques de consumo

A continuación se calculará el volumen de los diferentes tanques necesarios para la propulsión y la operación del buque.

Se parte de los siguientes valores principales:

Velocidad	17 nudos	Potencia MP	7.200 kW
Autonomía	6.000 millas	Días de navegación	14 días
Tripulación	12 personas	Potencia auxiliar	2.000 kW

7.1. Tanques de fuel oil

Para calcular la capacidad de los tanques de almacén de fuel oil se considera un consumo específico de 170 g/kWh (obtenido del fabricante) con una corrección del 10% debida a la diferencia entre las condiciones estándar y las reales de operación. Se calcula para la autonomía dada el combustible necesario, considerando una densidad de 0,95 tn/m³ y se le aplica un margen del 15%, como se calcula a continuación:

- Consumo específico (condición estándar): 170 g/kWh
- Corrección consumo condición real: 10%

- Consumo corregido: 187 g/kWh

$$V_{fuel} = \frac{AUT}{v_s} * Pot.MP * Consumo * 10^{-6} * \frac{1}{Densidad} * Margen$$

$$= \frac{6.000}{17} * 7.200 * 187 * 10^{-6} * \frac{1}{0,95} * 1,15 = 575,242 \text{ m}^3$$

Estos tanques deben estar separados del costado una distancia mínima de 760 mm.

Para el tanque de sedimentación se estimará una capacidad necesaria para un día de navegación, igual que para los tanques de uso diario:

- Volumen sedimentación fuel oil: 41,089 m³.**
- Volumen uso diario fuel oil: 41,089 m³.**

Tanque	Volumen (m ³)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
FO 01 B	201,802	77,870	-3,000	3,000
FO 01 E	201,802	77,870	3,000	3,000
FO 02 B	92,492	86,363	-2,758	3,000
FO 02 E	92,492	86,363	2,758	3,000
FO DU 01	50,450	24,960	0,000	9,000
FO SED 01 B	25,225	24,960	-4,500	9,000
FO SED 01 E	25,225	24,960	4,500	9,000

7.2. Tanques de diésel oil

Se realiza un cálculo similar al anterior para dos motores auxiliares de 1.000 kW cada uno, obteniéndose el siguiente volumen:

$$V_{diésel} = \frac{AUT}{v_s} * Pot.Auxiliar * Consumo * 10^{-6} * \frac{1}{Densidad} * Margen$$

$$= \frac{6.000}{17} * 2.000 * 187 * 10^{-6} * \frac{1}{0,87} * 1,15 = 174,483 \text{ m}^3$$

Para el tanque de uso diario también se considera la capacidad necesaria para un día de navegación:

- Volumen uso diario diésel oil: 12,463 m³.**

Tanque	Volumen (m ³)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
DO 01 B	75,676	92,064	-2,259	3,000
DO 01 E	75,676	92,064	2,259	3,000
DO 02 B	36,787	96,732	-1,762	3,000
DO 02 E	36,787	96,732	1,762	3,000
DO DU 01 B	8,408	24,960	-6,500	9,000
DO DU 01 E	8,408	24,960	6,500	9,000

7.3. Tanques de lastre

Para el cálculo del volumen de agua de lastre necesario se considera la condición de desplazamiento cuyo calado es el mínimo para la inmersión de la hélice. En este caso el calado mínimo de inmersión es de 5,2 metros, al que corresponde un desplazamiento de 7.722 toneladas.

Restando a este desplazamiento mínimo el valor del peso en rosca del buque se consigue la cantidad de lastre necesario:

- Desplazamiento al calado mínimo de inmersión: 7.722 toneladas.
- Peso en rosca del buque: 6.300 toneladas.
- Peso de agua de lastre necesario: 1.422 toneladas.
- **Volumen de agua de lastre necesario: 1.388 m³.**

Tanque	Volumen (m ³)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
BW 01	321,993	126,791	0,000	8,807
BW 02	195,511	111,534	0,000	3,051
BW 03 B	56,434	103,193	-1,961	0,927
BW 03 E	56,434	103,193	1,961	0,927
BW 04	272,054	101,274	0,000	3,088
BW 05 B	189,169	82,133	-3,800	0,821
BW 05 E	189,169	82,133	3,800	0,821
BW 06 B	188,518	82,630	-7,026	3,106
BW 06 E	188,518	82,630	7,026	3,106
BW 07 B	135,645	66,381	-4,836	0,790
BW 07 E	135,645	66,381	4,836	0,790
BW 08 B	152,830	39,666	-3,338	0,850
BW 08 E	152,830	39,666	3,338	0,850
BW 09	95,841	5,812	0,000	5,806
BW 10	224,464	111,383	0	6,040
BW 11	409,213	100,339	0	6,029
BW 12 BR	126,995	55,199	-4,610	0,799
BW 12 ER	126,995	55,199	4,610	0,799

7.4. Tanques de agua dulce

Para el cálculo de los tanques de agua de consumo se estima un gasto de 135 litros/persona al día, resultando un total de:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{agua consumo}} &= \text{consumo} * \frac{AUT}{V_s * 24} * \text{Tripulantes} * \frac{1}{\text{Densidad}} * 10^{-3} \\
 &= 135 * \frac{6.000}{17 * 24} * 12 * \frac{1}{1} * 10^{-3} = \mathbf{23,824 \text{ m}^3}
 \end{aligned}$$

En cuanto al agua técnica, se estima un valor igual al 20 % del agua de consumo:

$$V_{\text{agua técnica}} = 0,2 * V_{\text{agua consumo}} = 4,765 \text{ m}^3$$

Tanque	Volumen (m ³)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
FW 01 B (Consumo)	20,513	-2,964	-1,497	9,004
FW 01 E (Consumo)	20,513	-2,964	1,497	9,004
FW 02 (Técnica)	5,845	9,315	0,000	0,927

7.5. Tanques de aguas grises y negras

Para el cálculo del volumen del tanque de aguas grises y negras se estima un consumo idéntico al del agua dulce, teniendo en cuenta lo indicado en la norma UNE-EN ISO 15749-1 de Abril de 2005:

- $V_{\text{aguas grises y negras}} = 23,824 \text{ m}^3$.

Tanque	Volumen (m ³)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Aguas G&N 01 B	14,692	24,666	-1,542	0,881
Aguas G&N 01 E	14,692	24,666	1,542	0,881

7.6. Tanques de aceite

Se estima una capacidad mínima igual al 5% del volumen total de los combustibles:

- $V_{\text{fuel}}: 575,242 \text{ m}^3$.
- $V_{\text{diésel}}: 174,483 \text{ m}^3$.
- Volumen total combustible: 749,725 m³.
- $V_{\text{aceite}}: 37,486 \text{ m}^3$.

Tanque	Volumen (m ³)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LO 01 B	20,640	24,982	-8,234	9,058
LO 01 E	20,640	24,982	8,234	9,058

7.7. Tanques de residuos oleaginosos

Se estima una capacidad mínima del 2% de los tanques de combustible:

- $V_{\text{fuel}} = 575,242 \text{ m}^3$.
- $V_{\text{residuos}} = 11,505 \text{ m}^3$.

Tanque	Volumen (m ³)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Sentina 01 (Residuos)	31,599	20,445	0,000	0,886
Sentina 02 (Residuos)	19,521	15,789	0,000	0,896

7.8. Tanques de lodos

Para el cálculo de la capacidad mínima de los tanques de lodos se emplea la Regla 12.1 del Anexo I del MARPOL. En dicha regla se presenta la siguiente fórmula para su cálculo:

$$V_{lodos} = K_1 * C * D$$

Siendo:

- K_1 : 0,01 para buques en los que se purifique el combustible.
- C : consumo diario de fuel oil = 40 toneladas.
- D : duración máxima del viaje entre puertos en los que se puedan descargar fangos. En este caso, se estimará la autonomía completa del buque (14 días).

$$V_{lodos} = 0,01 * 40 * 14 = 5,6 \text{ m}^3$$

Tanque	Volumen (m ³)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Sentina 03 (Lodos)	8,912	12,195	0,000	0,924

8. Justificación del RPA de volumen de bodegas

El volumen calculado de bodegas se corregirá con una permeabilidad debida al aislamiento.

- Volumen de bodegas total: 16.707,601 m³.
- Número de bodegas: 14.

Se consideran las bodegas como paralelepípedos de dimensiones:

Bodegas	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Volumen (m ³)
BOD D1	22,880	14,470	3,000	993,221
BOD D2	22,880	18,430	3,000	1.265,035
BOD D3	22,880	19,520	3,000	1.339,853
BOD D4	22,880	20,000	3,000	1.372,800
BOD C1	22,880	19,640	3,000	1.348,090
BOD C2	22,880	19,768	3,000	1.356,876
BOD C3	22,880	20,000	3,000	1.372,800
BOD C4	22,880	20,000	3,000	1.372,800
BOD B2	22,880	15,340	3,000	1.052,938
BOD B3	22,880	16,600	3,000	1.139,424
BOD B4	22,880	17,800	3,000	1.221,792
BOD A2	22,880	9,400	3,000	645,216
BOD A3	22,880	10,000	3,000	686,400
BOD A4	22,880	12,000	3,000	823,680

Esto hace una bodega media de dimensiones:

Bodegas	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Volumen (m ³)
BOD. Media	22,880	16,641	3,000	1.142,209

- Espesor de aislamiento de costado: 600 milímetros.
- Espesor de aislamiento entre bodegas: 250 milímetros.
- Volumen de aislamiento por bodega: 272,736 m³.
- Volumen total de aislamiento: 3.818,306 m³.
- Volumen neto de las bodegas: 12.172,618 m³.
- **Permeabilidad aplicada: 0,729.**

9. Resumen de tanques. Capacidades requeridas y disponibles

Espacio	Volumen requerido (m ³)	Volumen disponible (m ³)
Bodegas	11.326,739	12.172,618
Fuel Oil (Almacén)	575,242	588,588
Fuel Oil (Uso diario)	41,089	50,450
Fuel Oil (Sedimentación)	41,089	50,450
Diésel Oil (Almacén)	174,483	224,926
Diésel (Uso diario)	12,463	16,816
Lastre	1.388,000	3.218,258
Agua (consumo)	23,824	41,026
Agua (técnica)	4,765	5,845
Aguas G&N	23,824	29,384
Aceite	37,486	41,280
Residuos oleaginosos	11,505	51,120
Lodos	5,600	8,912

10. Bibliografía

1. VICENTE FERNÁNDEZ, Pedro. *Una Aproximación al Cálculo del Peso del Acero en Anteproyecto*. En: Revista Ingeniería Naval, Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos, 2006, nº 835, pp. 85-90. ISSN: 0020-1073.
2. SCHNEEKLUTH, H y BERTRAM, V. *Ship Design for Efficiency and Economy*. Oxford: Butterworth-Heinemann, Reed Educational and Professional Publishing Ltd., 1998. ISBN: 0-7506-4133-9.
3. JUNCO OCAMPO, Fernando. *Proyectos de Buques y Artefactos. Cálculo del desplazamiento*. Ferrol: Escuela Politécnica Superior, Universidad de A Coruña, 2005. ISBN: 84-96474-30-5.
4. JUNCO OCAMPO, Fernando. *Proyectos de Buques y Artefactos. Selección de configuración: dimensiones y coeficientes*. Ferrol: Escuela Politécnica Superior, Universidad de A Coruña, 2003. ISBN: 84-688-3364-9.
5. LAMB, T. *Ship Design and Construction*. Jersey City: The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 2003. ISBN: 0-939773-40-6.
6. WATSON, David G.M. *Practical Ship Design*. Oxford: Elsevier Ocean Engineering Book Series, Elsevier Science Ltd., 2002. ISBN: 0-08-042999-8.
7. MOLLAND, Anthony F. *The Maritime Engineering Reference Book. A guide to ship design, construction and operation*. Oxford: Butterworth-Heinemann, Elsevier Ltd., 2008. ISBN: 978-0-7506-8987-8.
8. ALVARIÑO CASTRO, Ricardo., AZPIROZ, Juan José y MEIZOSO FERNÁNDEZ, Manuel. *El Proyecto Básico del Buque Mercante*. Madrid: Fondo Editorial de Ingeniería Naval, Colegio Oficial de Ingenieros Navales, 1997. ISBN: 84-921750-2-8.

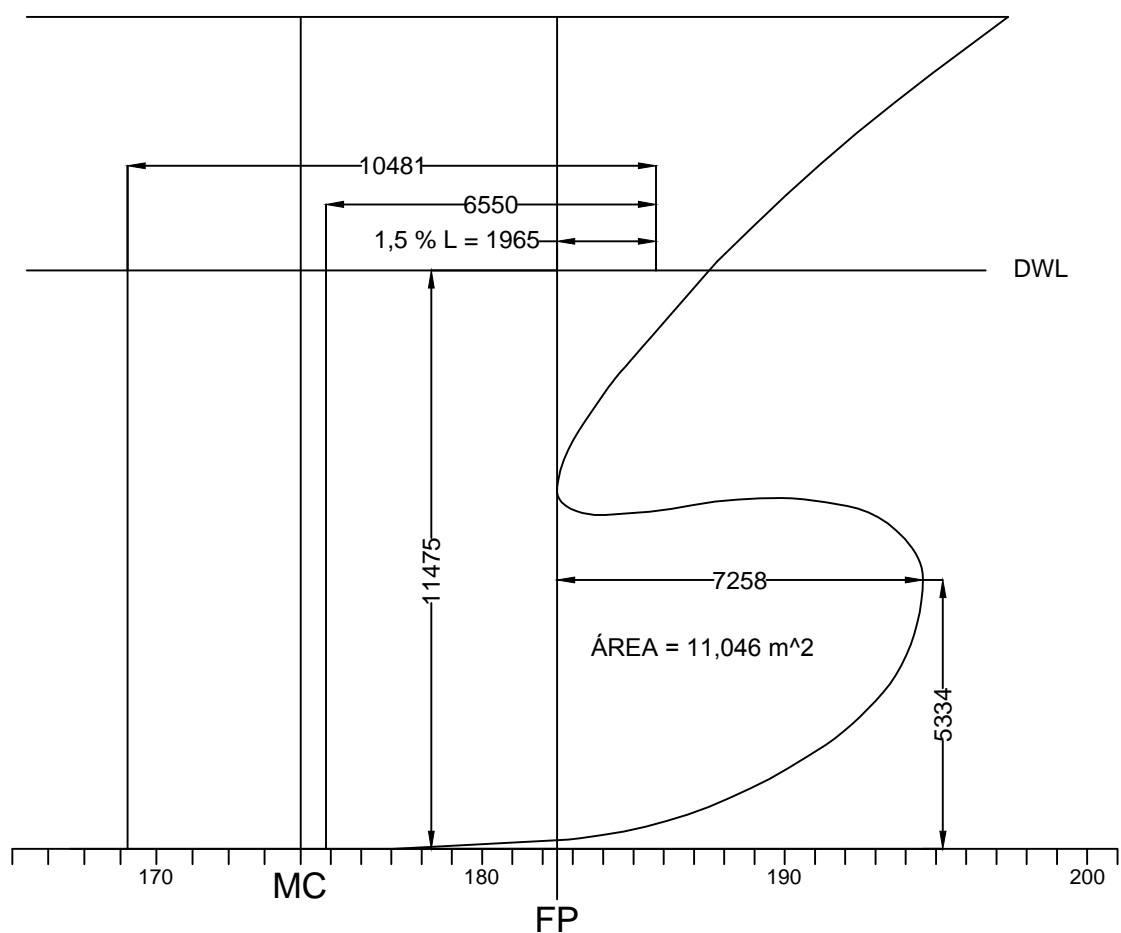
Anexo I – Posición longitudinal de las cuadernas

-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3
3,600	3,000	2,400	1,800	1,200	0,600	0,000	0,600	1,200	1,800
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2,400	3,000	3,600	4,200	4,800	5,400	6,000	6,600	7,200	7,800
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
8,515	9,230	9,945	10,660	11,375	12,090	12,805	13,520	14,235	14,950
24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
15,665	16,380	17,095	17,810	18,525	19,240	19,955	20,670	21,385	22,100
34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
22,815	23,530	24,245	24,960	25,675	26,390	27,105	27,820	28,535	29,250
44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
29,965	30,680	31,395	32,110	32,825	33,540	34,255	34,970	35,685	36,400
54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
37,115	37,830	38,545	39,260	39,975	40,690	41,405	42,120	42,835	43,550
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
44,265	44,980	45,695	46,410	47,125	47,840	48,555	49,270	49,985	50,700
74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
51,415	52,130	52,845	53,560	54,275	54,990	55,705	56,420	57,135	57,850
84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
58,565	59,280	59,995	60,710	61,425	62,140	62,855	63,570	64,285	65,000
94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
65,715	66,430	67,145	67,860	68,575	69,290	70,005	70,720	71,435	72,150
104	105	106	107	108	109	110	111	112	113
72,865	73,580	74,295	75,010	75,725	76,440	77,155	77,870	78,585	79,300
114	115	116	117	118	119	120	121	122	123
80,015	80,730	81,445	82,160	82,875	83,590	84,305	85,020	85,735	86,450
124	125	126	127	128	129	130	131	132	133
87,165	87,880	88,595	89,310	90,025	90,740	91,455	92,170	92,885	93,600
134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
94,315	95,030	95,745	96,460	97,175	97,890	98,605	99,320	100,035	100,750
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
101,465	102,180	102,895	103,610	104,325	105,040	105,755	106,470	107,185	107,900
154	155	156	157	158	159	160	161	162	163
108,615	109,330	110,045	110,760	111,475	112,190	112,905	113,620	114,335	115,050
164	165	166	167	168	169	170	171	172	173
115,765	116,480	117,195	117,910	118,625	119,340	120,055	120,770	121,485	122,200
174	175	176	177	178	179	180	181	182	183
122,915	123,515	124,115	124,715	125,315	125,915	126,515	127,115	127,715	128,315
184	185	186	187	188	189	190	191	192	193
128,915	129,515	130,115	130,715	131,315	131,915	132,515	133,115	133,715	134,315
194	195								
134,915	135,515								

Anexo II – Plano del mamparo de colisión

MAMPARO DE COLISIÓN:

CUADERNA 174



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

Gabriel Pérez López

MAMPARO DE COLISIÓN

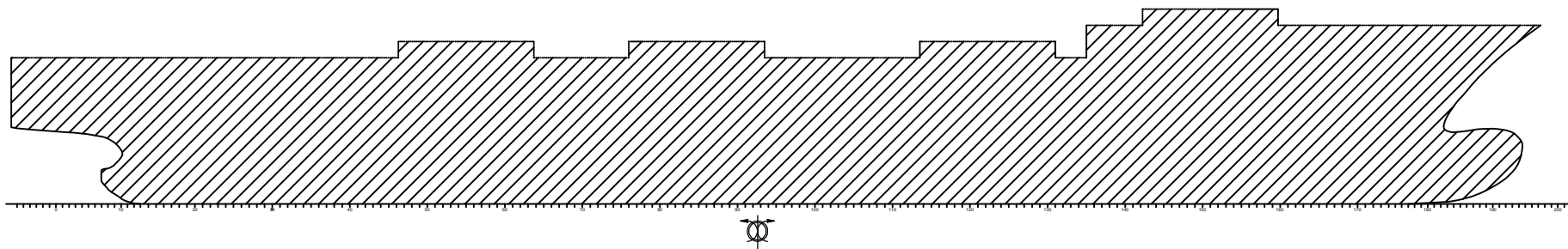
FERROL,
Junio de 2014

ESCALA
1:150

PLANO 01/05

Anexo III – Plano de la zona estanca de KN

ZONA ESTANCA SOMBRADA



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

Gabriel Pérez López

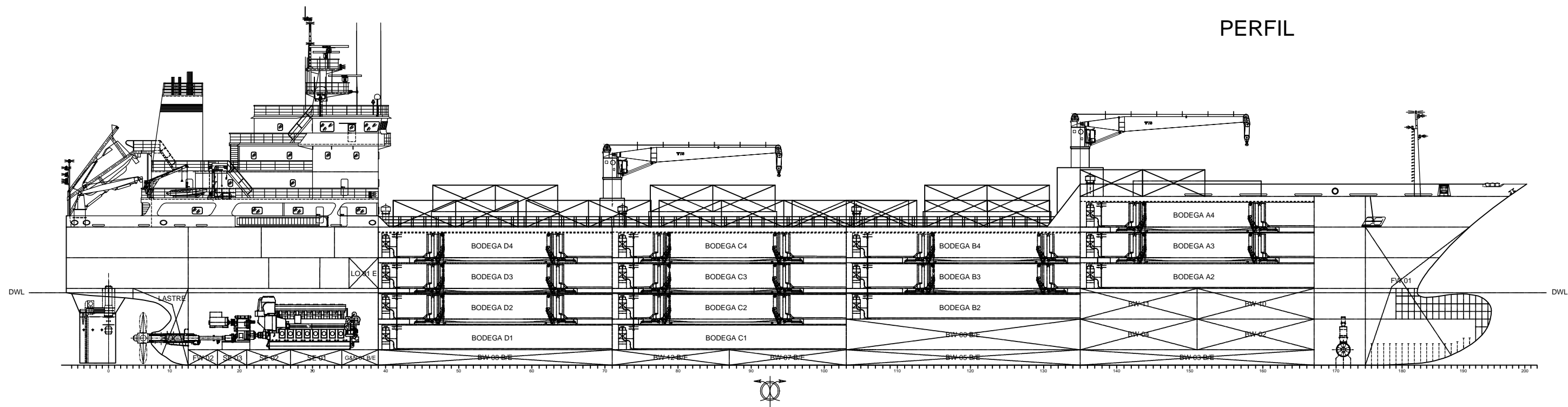
ZONA ESTANCA KN

FERROL,
Junio de 2014

ESCALA
1:600

PLANO 02/05

Anexo IV – Planos de compartimentos y tanques



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

Gabriel Pérez López

PLANO DE TANQUES

FERROL,
Junio de 2014

ESCALA
1:400

PLANO 03/05



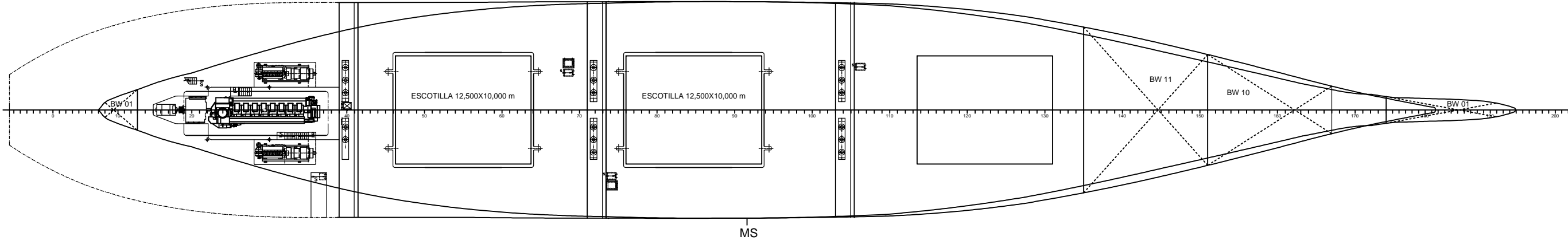
El alumno:

PLANO DE TANQUES

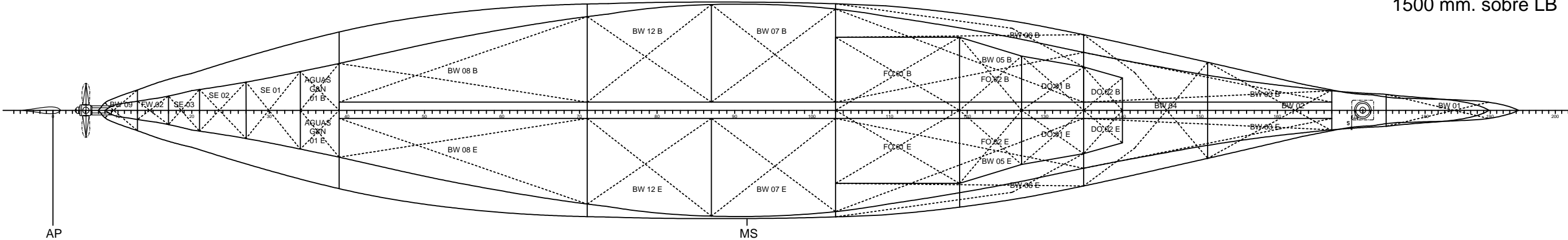
ESCALA 1:400

PLANO 04/05

CUBIERTA BAJA
4500 mm. sobre LB



DOBLE FONDO
1500 mm. sobre LB



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT^3"

El alumno:

Gabriel Pérez López

PLANO DE TANQUES

FERROL,
Junio de 2014

ESCALA
1:400

PLANO 05/05

Anexo V – Tablas de características hidrostáticas

Trimado = + 1,5 m

Stability 20.00.01.59, build: 59

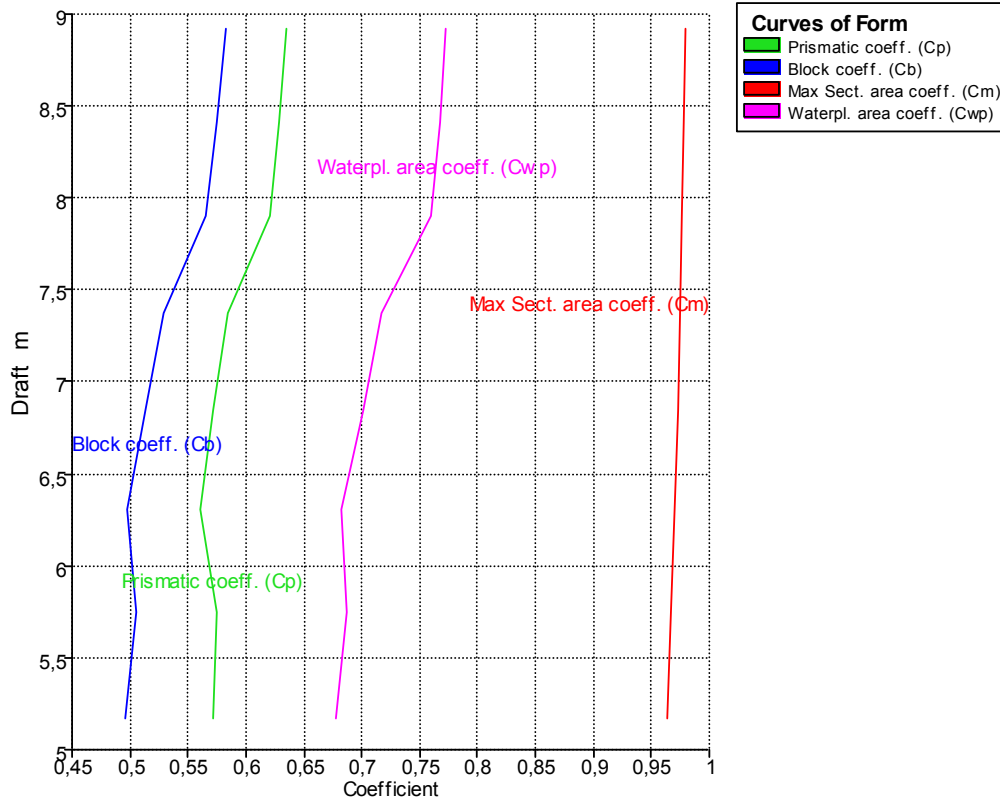
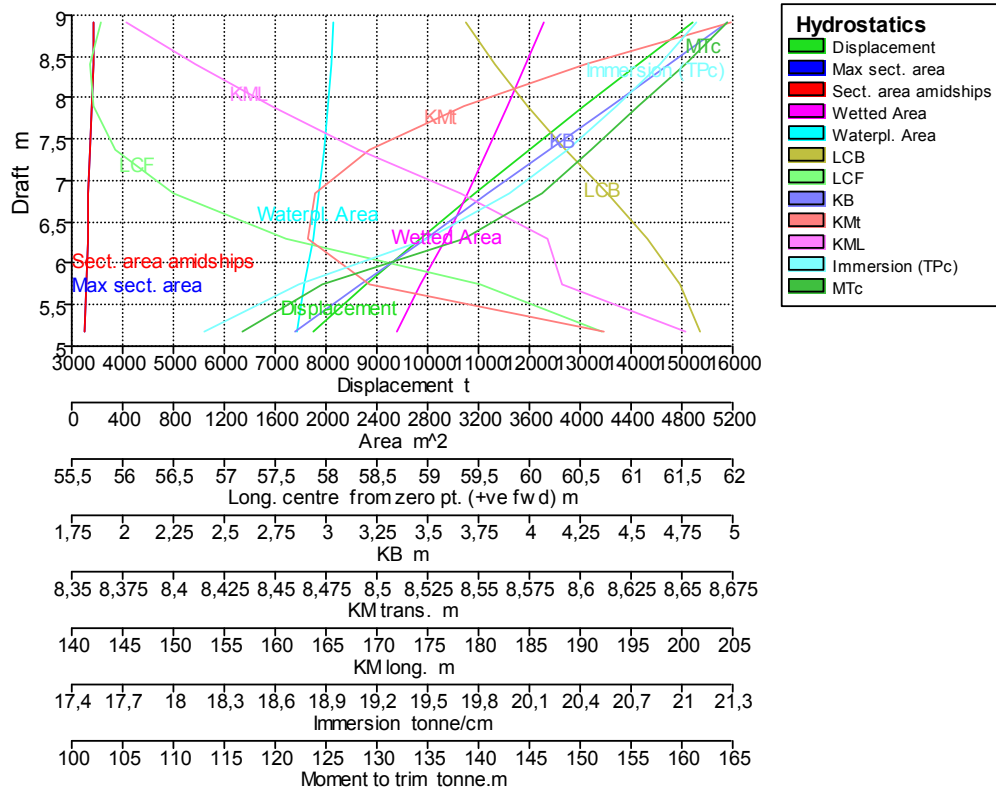
Model file: E:\Gabriel\Dropbox\Universidad\TFG\Cuaderno 5 - Situaciones de carga y resistencia longitudinal\Modelo Maxsurf\Frigorífico 07-06\Frigorífico2705 (High precision, 217 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = 1,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Draft Amidships m	5,167	5,746	6,305	6,846	7,376	7,898	8,413	8,922
Displacement t	7733	8802	9870	10939	12008	13077	14145	15214
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	4,417	4,996	5,555	6,096	6,626	7,148	7,663	8,172
Draft at AP m	5,917	6,496	7,055	7,596	8,126	8,648	9,163	9,672
Draft at LCF m	5,205	5,799	6,380	6,934	7,470	7,995	8,510	9,019
Trim (+ve by stern) m	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
WL Length m	131,051	133,050	139,320	139,022	138,282	132,311	132,579	133,048
Beam max extents on WL m	19,997	19,998	20,000	20,000	20,000	20,000	20,007	20,007
Wetted Area m ²	2560,367	2737,583	2936,496	3111,602	3272,561	3423,216	3567,561	3709,889
Waterpl. Area m ²	1773,847	1828,081	1902,243	1949,896	1983,277	2011,651	2036,118	2056,630
Prismatic coeff. (Cp)	0,572	0,575	0,560	0,572	0,585	0,621	0,629	0,635
Block coeff. (Cb)	0,496	0,505	0,498	0,513	0,528	0,565	0,575	0,583
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,964	0,967	0,970	0,972	0,974	0,976	0,978	0,979
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,677	0,687	0,683	0,701	0,717	0,760	0,768	0,773
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	61,671	61,489	61,169	60,760	60,353	59,980	59,656	59,380
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	60,709	59,515	57,610	56,493	55,937	55,707	55,683	55,790
KB m	2,851	3,173	3,489	3,799	4,102	4,398	4,690	4,976
KG m	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071
BMt m	5,761	5,324	4,977	4,672	4,395	4,144	3,913	3,699
BML m	197,574	185,132	183,262	174,481	164,133	155,221	147,499	140,452
GMt m	1,514	1,397	1,362	1,362	1,384	1,425	1,481	1,550
GML m	193,327	181,205	179,647	171,171	161,121	152,502	145,067	138,303
KMt m	8,612	8,496	8,466	8,470	8,497	8,542	8,603	8,674
KML m	200,411	188,293	186,738	178,268	168,223	159,609	152,178	145,419
Immersion (TPC) tonne/cm	18,182	18,738	19,498	19,986	20,329	20,619	20,870	21,080
MTc tonne.m	116,797	124,603	138,531	146,287	151,150	155,796	160,314	164,387
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	204,383	214,529	234,667	259,937	289,958	325,165	365,637	411,439
Max deck inclination deg	0,6714	0,6714	0,6714	0,6714	0,6714	0,6714	0,6714	0,6714
Trim angle (+ve by stern) deg	0,6714	0,6714	0,6714	0,6714	0,6714	0,6714	0,6714	0,6714



Trimado = + 1 m

Stability 20.00.01.59, build: 59

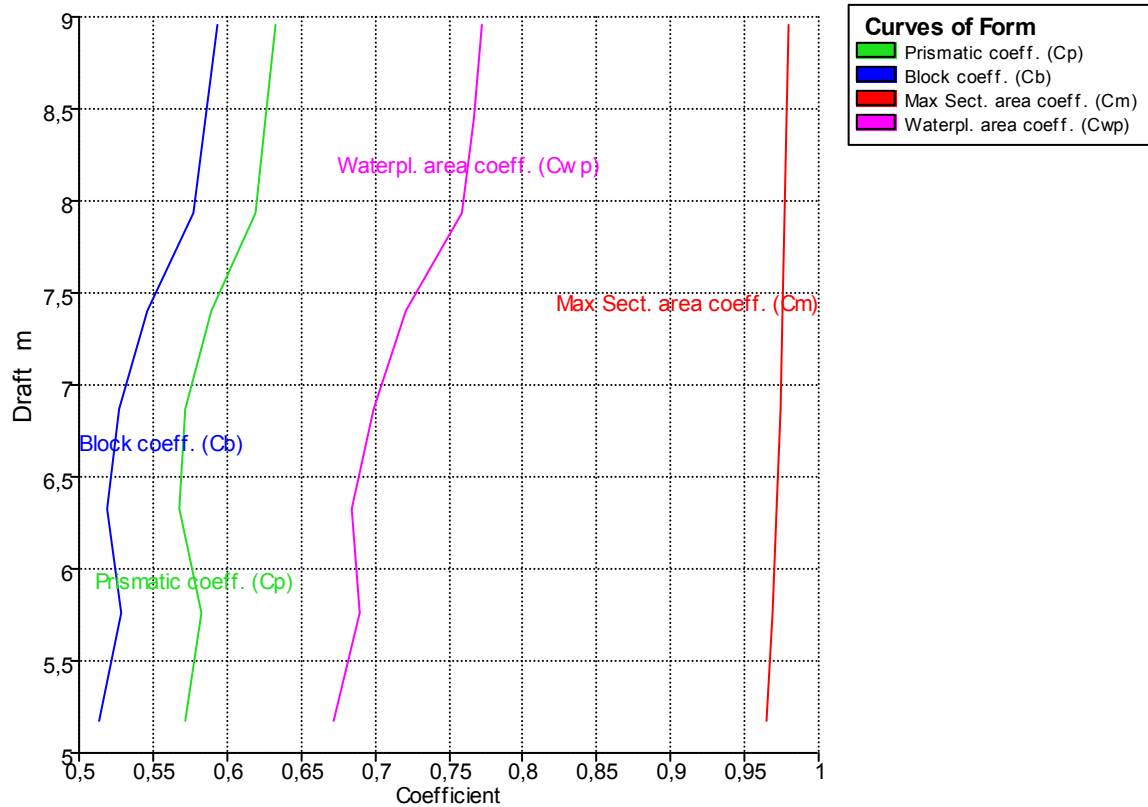
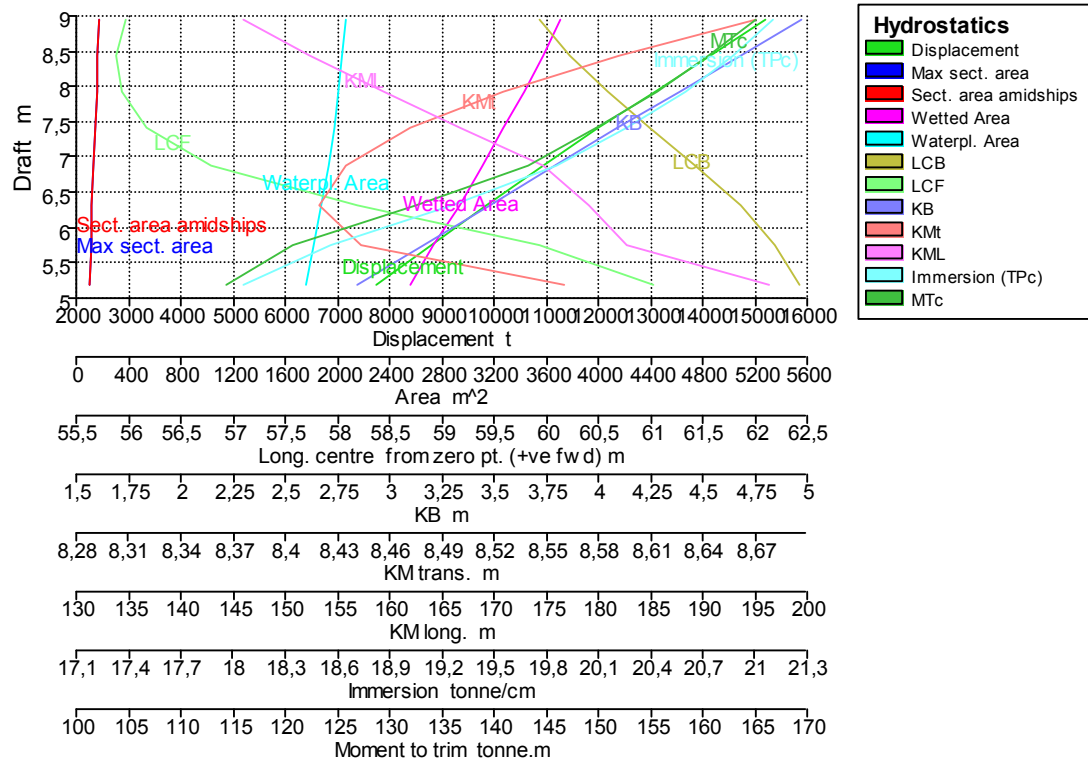
Model file: E:\Gabriel\Dropbox\Universidad\TFG\Cuaderno 5 - Situaciones de carga y resistencia longitudinal\Modelo Maxsurf\Frigorífico 07-06\Frigorífico2705 (High precision, 217 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = 1 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Draft Amidships m	5,179	5,763	6,329	6,875	7,407	7,930	8,445	8,954
Displacement t	7733	8802	9870	10939	12008	13077	14145	15214
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	4,679	5,263	5,829	6,375	6,907	7,430	7,945	8,454
Draft at AP m	5,679	6,263	6,829	7,375	7,907	8,430	8,945	9,454
Draft at LCF m	5,202	5,795	6,374	6,931	7,468	7,993	8,508	9,017
Trim (+ve by stern) m	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
WL Length m	131,081	131,395	137,384	138,674	137,075	132,406	132,824	133,340
Beam max extents on WL m	19,997	19,998	20,000	20,000	20,000	20,000	20,006	20,009
Wetted Area m ²	2563,249	2739,089	2931,018	3115,076	3277,735	3427,052	3572,229	3715,240
Waterpl. Area m ²	1761,716	1810,993	1879,161	1937,814	1977,395	2009,849	2036,492	2059,058
Prismatic coeff. (Cp)	0,572	0,582	0,567	0,572	0,589	0,619	0,626	0,632
Block coeff. (Cb)	0,514	0,528	0,519	0,527	0,546	0,577	0,585	0,593
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,965	0,969	0,971	0,974	0,975	0,977	0,978	0,980
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,672	0,689	0,684	0,699	0,721	0,759	0,766	0,772
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	62,435	62,199	61,870	61,435	60,991	60,586	60,232	59,930
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	61,021	59,932	58,199	56,794	56,176	55,940	55,888	55,979
KB m	2,844	3,166	3,482	3,792	4,095	4,393	4,684	4,971
KG m	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071
BMt m	5,717	5,278	4,938	4,644	4,377	4,133	3,908	3,699
BML m	193,564	179,617	175,589	170,874	162,676	155,060	147,762	141,049
GMt m	1,478	1,359	1,333	1,345	1,378	1,428	1,492	1,567
GML m	189,324	175,698	171,983	167,576	159,677	152,355	145,346	138,917
KMt m	8,561	8,444	8,420	8,435	8,472	8,525	8,592	8,670
KML m	196,401	182,778	179,066	174,661	166,767	159,447	152,442	146,016
Immersion (TPC) tonne/cm	18,058	18,563	19,261	19,863	20,268	20,601	20,874	21,105
MTc tonne.m	114,378	120,816	132,621	143,213	149,795	155,647	160,622	165,116
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	199,427	208,818	229,582	256,710	288,714	325,786	368,232	416,171
Max deck inclination deg	0,4476	0,4476	0,4476	0,4476	0,4476	0,4476	0,4476	0,4476
Trim angle (+ve by stern) deg	0,4476	0,4476	0,4476	0,4476	0,4476	0,4476	0,4476	0,4476



Trimado = +0,5 m

Stability 20.00.01.59, build: 59

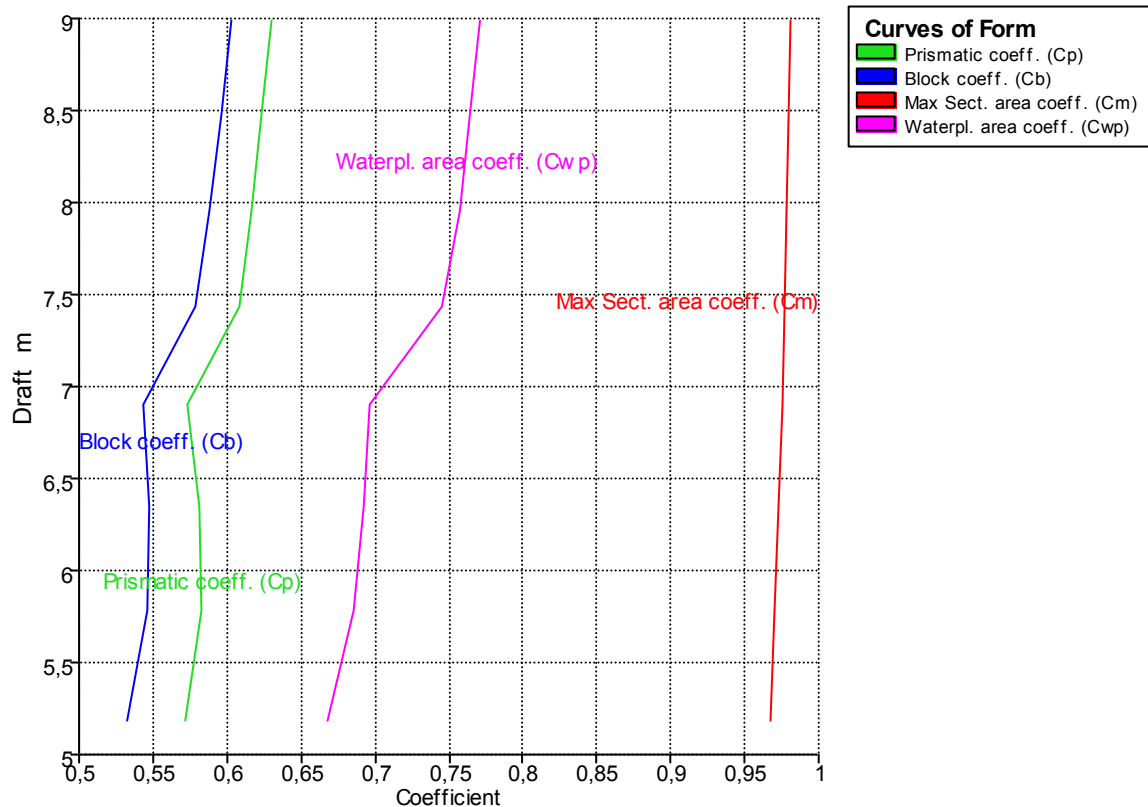
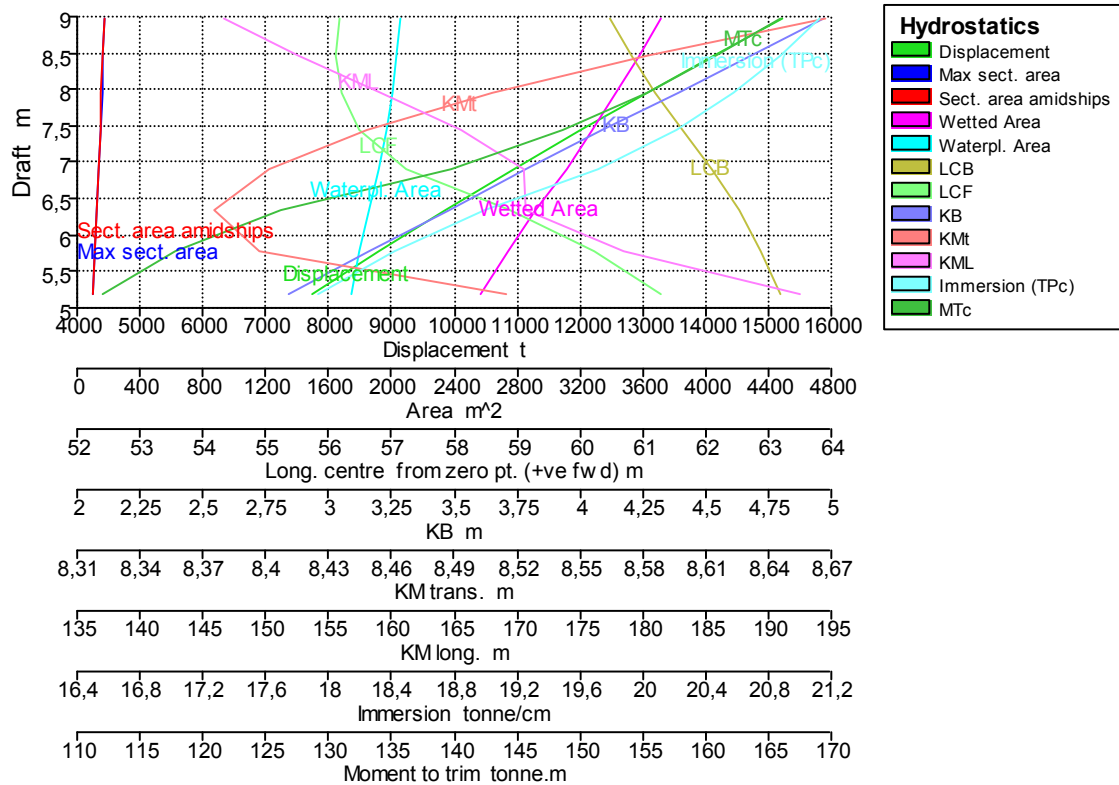
Model file: E:\Gabriel\Dropbox\Universidad\TFG\Cuaderno 5 - Situaciones de carga y resistencia longitudinal\Modelo Maxsurf\Frigorífico 07-06\Frigorífico2705 (High precision, 217 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = 0,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Draft Amidships m	5,190	5,778	6,350	6,902	7,437	7,961	8,476	8,985
Displacement t	7733	8802	9870	10939	12008	13077	14145	15214
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	4,940	5,528	6,100	6,652	7,187	7,711	8,226	8,735
Draft at AP m	5,440	6,028	6,600	7,152	7,687	8,211	8,726	9,235
Draft at LCF m	5,201	5,793	6,370	6,928	7,466	7,991	8,507	9,016
Trim (+ve by stern) m	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
WL Length m	131,092	131,184	133,872	138,099	132,303	132,613	133,102	133,650
Beam max extents on WL m	19,997	19,998	20,000	20,000	20,000	20,000	20,006	20,011
Wetted Area m ²	2566,604	2741,966	2922,608	3115,013	3279,297	3430,469	3576,766	3720,437
Waterpl. Area m ²	1750,080	1797,157	1853,212	1923,486	1971,641	2007,454	2036,588	2061,504
Prismatic coeff. (Cp)	0,572	0,583	0,581	0,573	0,609	0,617	0,624	0,629
Block coeff. (Cb)	0,533	0,546	0,548	0,543	0,579	0,589	0,596	0,603
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,967	0,970	0,973	0,975	0,977	0,978	0,980	0,981
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,668	0,685	0,692	0,696	0,745	0,757	0,765	0,771
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	63,183	62,892	62,539	62,095	61,624	61,191	60,810	60,482
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	61,300	60,234	58,877	57,244	56,499	56,201	56,113	56,181
KB m	2,839	3,162	3,478	3,788	4,092	4,389	4,681	4,967
KG m	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071
BMt m	5,675	5,235	4,898	4,614	4,356	4,120	3,902	3,700
BML m	189,690	175,268	167,196	166,750	161,519	154,770	147,984	141,678
GMt m	1,440	1,322	1,299	1,324	1,368	1,427	1,499	1,582
GML m	185,455	171,355	163,597	163,460	158,530	152,077	145,581	139,561
KMt m	8,514	8,397	8,376	8,402	8,448	8,509	8,582	8,667
KML m	192,528	178,429	170,673	170,537	165,609	159,158	152,664	146,645
Immersion (TPc) tonne/cm	17,938	18,421	18,995	19,716	20,209	20,576	20,875	21,130
MTc tonne.m	112,041	117,830	126,154	139,697	148,719	155,363	160,882	165,881
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	194,392	203,074	223,774	252,693	286,644	325,604	370,049	420,138
Max deck inclination deg	0,2238	0,2238	0,2238	0,2238	0,2238	0,2238	0,2238	0,2238
Trim angle (+ve by stern) deg	0,2238	0,2238	0,2238	0,2238	0,2238	0,2238	0,2238	0,2238



Trimado = 0 m

Stability 20.00.01.59, build: 59

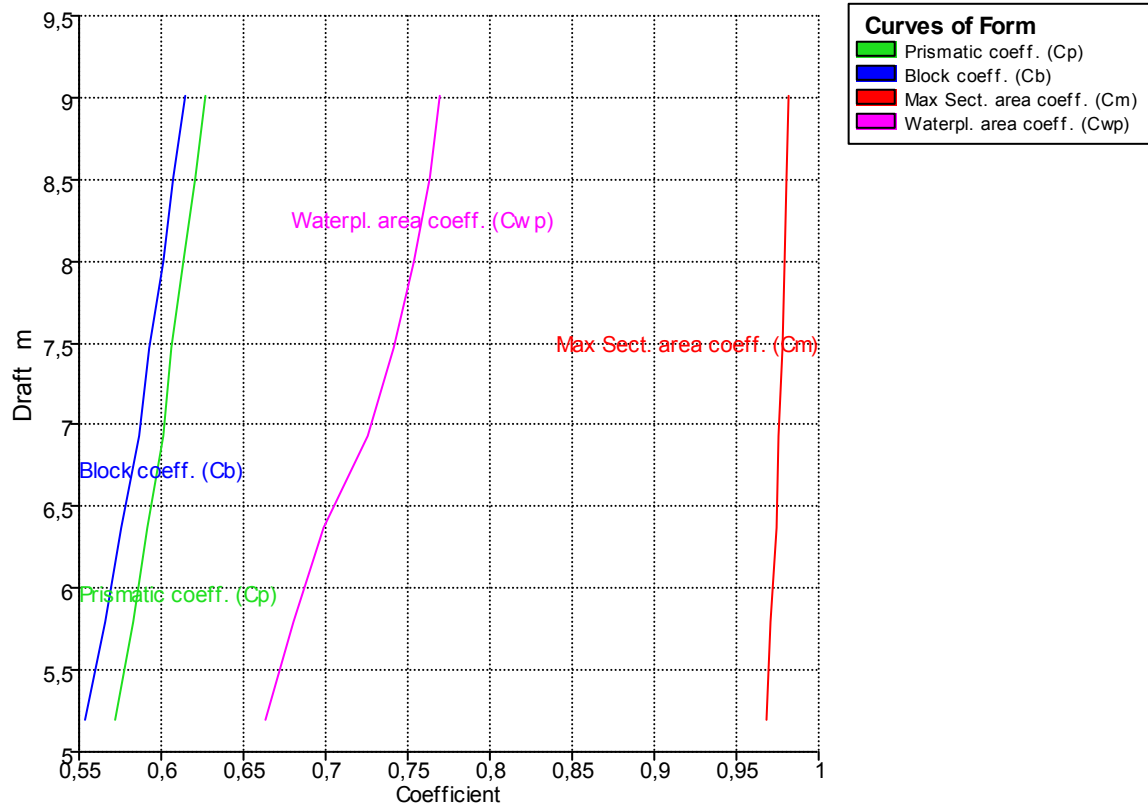
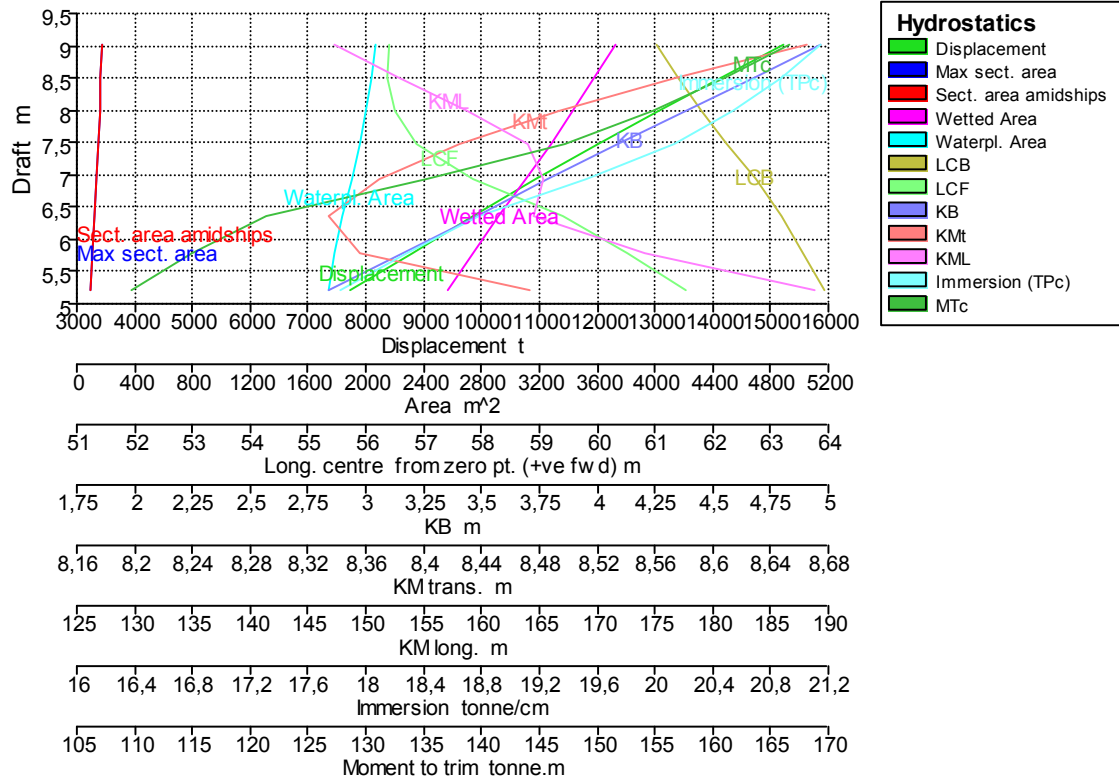
Model file: E:\Gabriel\Dropbox\Universidad\TFG\Cuaderno 5 - Situaciones de carga y resistencia longitudinal\Modelo Maxsurf\Frigorífico 07-06\Frigorífico2705 (High precision, 217 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = 0 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Draft Amidships m	5,200	5,792	6,369	6,927	7,465	7,991	8,507	9,015
Displacement t	7733	8802	9870	10939	12008	13077	14145	15214
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	5,200	5,792	6,369	6,927	7,465	7,991	8,507	9,015
Draft at AP m	5,200	5,792	6,369	6,927	7,465	7,991	8,507	9,015
Draft at LCF m	5,200	5,792	6,369	6,927	7,465	7,991	8,507	9,015
Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
WL Length m	131,069	130,980	131,255	131,325	132,426	132,869	133,403	133,976
Beam max extents on WL m	19,997	19,998	20,000	20,000	20,000	20,000	20,006	20,013
Wetted Area m ²	2570,324	2745,271	2918,546	3109,787	3279,359	3433,215	3581,078	3725,692
Waterpl. Area m ²	1738,896	1783,780	1832,801	1905,549	1964,251	2004,254	2036,334	2063,515
Prismatic coeff. (Cp)	0,572	0,583	0,592	0,601	0,606	0,614	0,620	0,626
Block coeff. (Cb)	0,554	0,566	0,576	0,587	0,592	0,601	0,608	0,614
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,968	0,971	0,974	0,976	0,978	0,979	0,980	0,981
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,663	0,681	0,698	0,726	0,742	0,754	0,763	0,770
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	63,917	63,568	63,179	62,736	62,252	61,795	61,388	61,036
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	61,547	60,514	59,418	57,847	56,883	56,493	56,364	56,410
KB m	2,838	3,161	3,477	3,787	4,090	4,388	4,680	4,966
KG m	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071
BMt m	5,636	5,195	4,858	4,583	4,334	4,105	3,894	3,698
BML m	185,939	171,039	161,004	161,565	159,924	154,297	148,150	142,238
GMt m	1,402	1,284	1,264	1,299	1,354	1,422	1,503	1,594
GML m	181,706	167,129	157,410	158,281	156,943	151,614	145,759	140,134
KMt m	8,473	8,355	8,335	8,370	8,425	8,493	8,574	8,665
KML m	188,777	174,200	164,481	165,352	164,014	158,685	152,830	147,205
Immersion (TPc) tonne/cm	17,824	18,284	18,786	19,532	20,134	20,544	20,872	21,151
MTc tonne.m	109,776	114,923	121,383	135,270	147,231	154,890	161,078	166,562
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	189,255	197,302	217,708	247,984	283,700	324,560	371,046	423,182
Max deck inclination deg	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000



Trimado = -0,5 m

Stability 20.00.01.59, build: 59

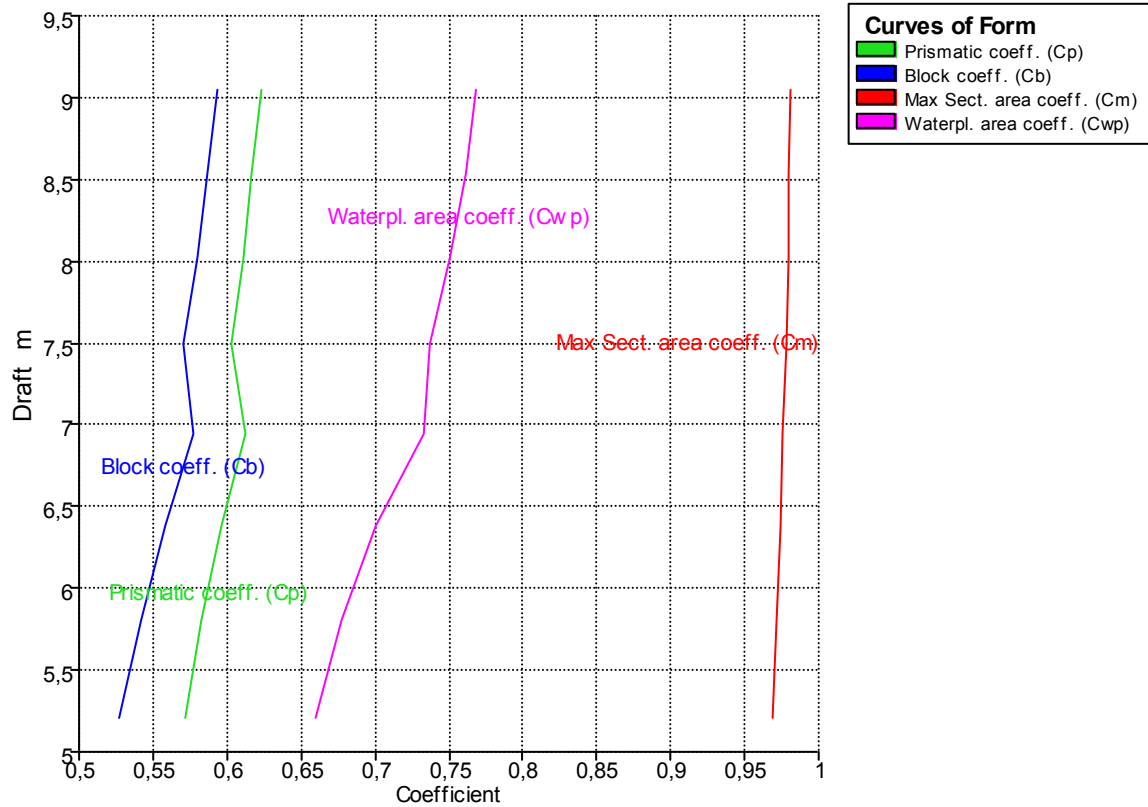
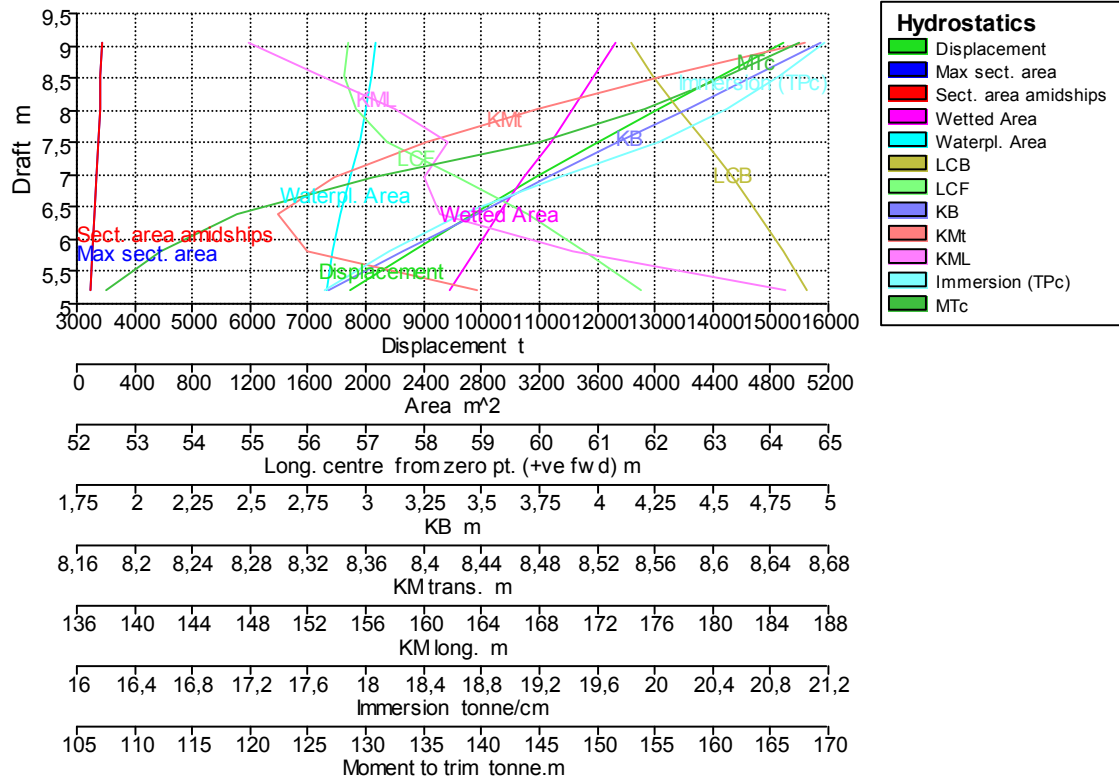
Model file: E:\Gabriel\Dropbox\Universidad\TFG\Cuaderno 5 - Situaciones de carga y resistencia longitudinal\Modelo Maxsurf\Frigorífico 07-06\Frigorífico2705 (High precision, 217 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = -0,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Draft Amidships m	5,209	5,805	6,386	6,950	7,492	8,019	8,536	9,044
Displacement t	7733	8802	9870	10939	12008	13077	14145	15214
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	5,459	6,055	6,636	7,200	7,742	8,269	8,786	9,294
Draft at AP m	4,959	5,555	6,136	6,700	7,242	7,769	8,286	8,794
Draft at LCF m	5,201	5,793	6,370	6,929	7,466	7,991	8,507	9,016
Trim (+ve by stern) m	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500
WL Length m	131,001	130,711	129,976	128,535	132,644	133,155	133,721	134,323
Beam max extents on WL m	19,997	19,998	20,000	20,000	20,000	20,000	20,005	20,012
Wetted Area m ²	2574,200	2749,174	2922,869	3099,492	3277,096	3435,335	3584,970	3731,135
Waterpl. Area m ²	1727,838	1771,318	1820,329	1885,919	1954,013	2000,160	2035,569	2065,852
Prismatic coeff. (Cp)	0,571	0,583	0,596	0,613	0,603	0,611	0,617	0,623
Block coeff. (Cb)	0,528	0,543	0,558	0,577	0,570	0,579	0,587	0,594
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,968	0,971	0,974	0,976	0,978	0,979	0,980	0,981
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,660	0,678	0,700	0,734	0,737	0,751	0,761	0,769
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	64,636	64,228	63,801	63,357	62,872	62,397	61,967	61,593
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	61,774	60,772	59,793	58,581	57,362	56,825	56,641	56,682
KB m	2,839	3,162	3,478	3,788	4,092	4,389	4,681	4,967
KG m	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071
BMt m	5,598	5,157	4,821	4,551	4,311	4,090	3,886	3,696
BML m	182,173	167,107	157,644	156,199	157,506	153,609	148,217	142,960
GMt m	1,363	1,247	1,228	1,270	1,336	1,414	1,504	1,602
GML m	177,938	163,197	154,052	152,918	154,531	150,934	145,835	140,866
KMt m	8,437	8,319	8,299	8,339	8,402	8,479	8,567	8,664
KML m	185,010	170,268	161,121	159,985	161,597	157,997	152,897	147,926
Immersion (TPC) tonne/cm	17,710	18,156	18,658	19,331	20,029	20,502	20,865	21,175
MTc tonne.m	107,500	112,220	118,793	130,687	144,968	154,195	161,162	167,432
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	184,009	191,535	211,618	242,522	279,921	322,719	371,186	425,357
Max deck inclination deg	0,2238	0,2238	0,2238	0,2238	0,2238	0,2238	0,2238	0,2238
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,2238	-0,2238	-0,2238	-0,2238	-0,2238	-0,2238	-0,2238	-0,2238



Trimado = -1 m

Stability 20.00.01.59, build: 59

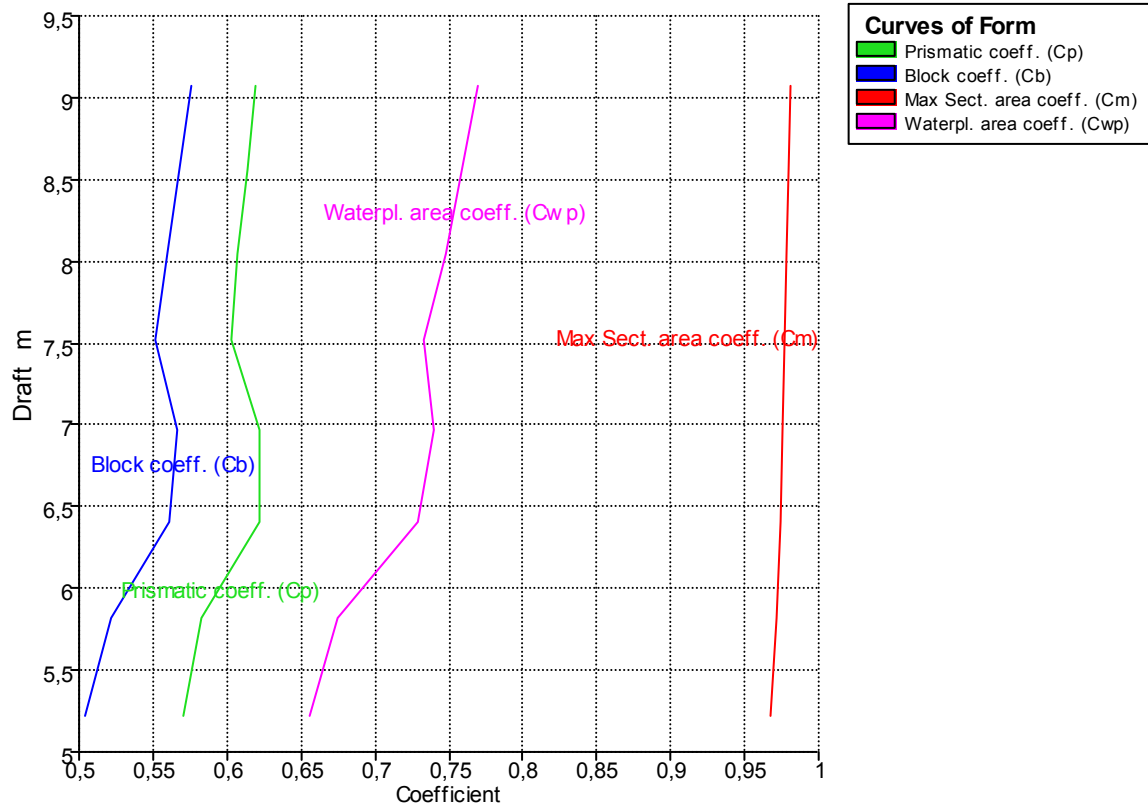
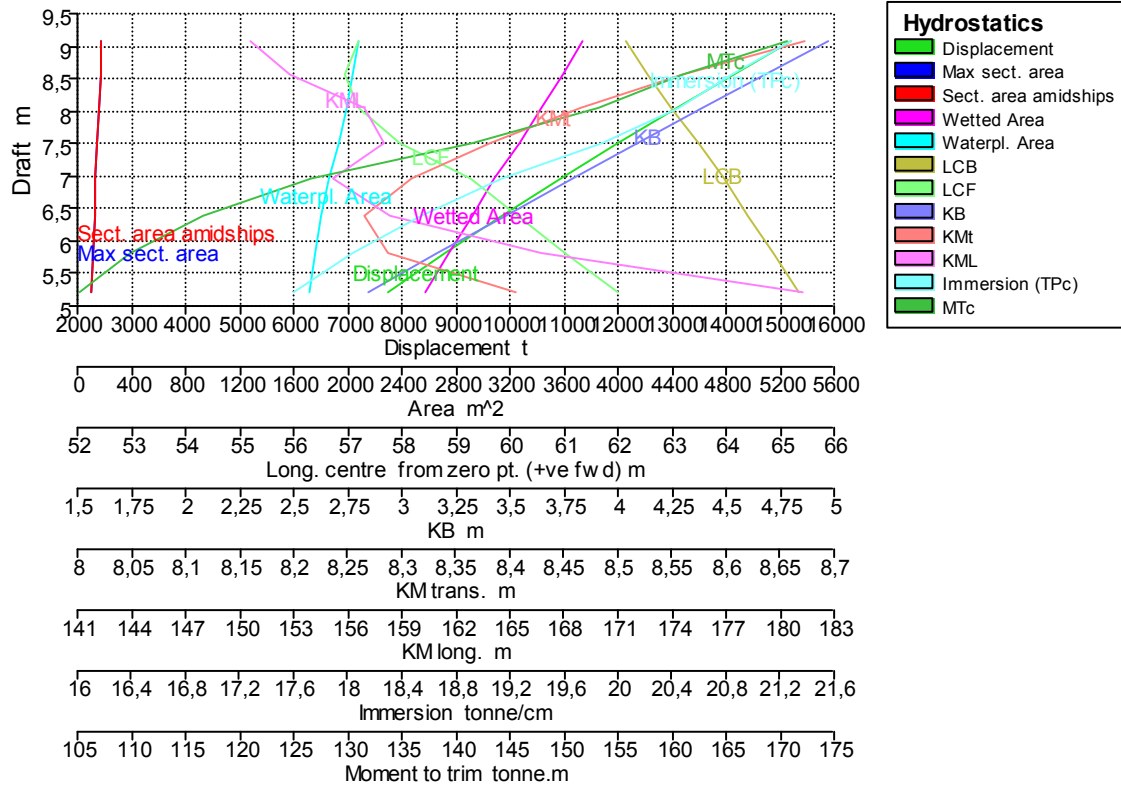
Model file: E:\Gabriel\Dropbox\Universidad\TFG\Cuaderno 5 - Situaciones de carga y resistencia longitudinal\Modelo Maxsurf\Frigorífico 07-06\Frigorífico2705 (High precision, 217 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = -1 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Draft Amidships m	5,218	5,817	6,402	6,970	7,517	8,047	8,564	9,072
Displacement t	7733	8802	9870	10939	12008	13077	14145	15214
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	5,718	6,317	6,902	7,470	8,017	8,547	9,064	9,572
Draft at AP m	4,718	5,317	5,902	6,470	7,017	7,547	8,064	8,572
Draft at LCF m	5,202	5,794	6,372	6,933	7,470	7,994	8,509	9,019
Trim (+ve by stern) m	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000
WL Length m	130,872	130,336	124,219	126,264	132,351	133,462	134,055	134,708
Beam max extents on WL m	19,997	19,998	20,000	20,000	20,000	20,000	20,005	20,011
Wetted Area m ²	2578,190	2753,259	2924,299	3089,957	3271,195	3436,335	3588,546	3741,096
Waterpl. Area m ²	1716,856	1760,018	1809,395	1867,266	1939,768	1994,733	2034,140	2076,292
Prismatic coeff. (Cp)	0,571	0,583	0,622	0,622	0,602	0,607	0,613	0,619
Block coeff. (Cb)	0,504	0,522	0,562	0,566	0,552	0,559	0,568	0,575
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,968	0,971	0,974	0,976	0,978	0,979	0,980	0,981
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,656	0,675	0,728	0,739	0,733	0,747	0,759	0,770
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	65,341	64,874	64,410	63,957	63,481	62,995	62,546	62,156
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	61,987	61,026	60,162	59,288	57,973	57,210	56,953	57,217
KB m	2,843	3,166	3,482	3,792	4,095	4,393	4,684	4,971
KG m	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071
BMt m	5,562	5,121	4,785	4,517	4,286	4,073	3,876	3,702
BML m	178,369	163,634	154,864	151,356	153,900	152,573	148,141	145,661
GMt m	1,324	1,209	1,192	1,238	1,314	1,403	1,501	1,616
GML m	174,130	159,722	151,271	148,077	150,928	149,903	145,766	143,576
KMt m	8,405	8,287	8,266	8,309	8,381	8,466	8,560	8,672
KML m	181,206	166,794	158,341	155,143	157,990	156,961	152,821	150,628
Immersion (TPC) tonne/cm	17,598	18,040	18,546	19,139	19,883	20,446	20,850	21,282
MTc tonne.m	105,200	109,830	116,649	126,549	141,588	153,142	161,086	170,653
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	178,659	185,750	205,393	236,435	275,421	320,098	370,499	429,011
Max deck inclination deg	0,4476	0,4476	0,4476	0,4476	0,4476	0,4476	0,4476	0,4476
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,4476	-0,4476	-0,4476	-0,4476	-0,4476	-0,4476	-0,4476	-0,4476



Trimado = -1,5 m

Stability 20.00.01.59, build: 59

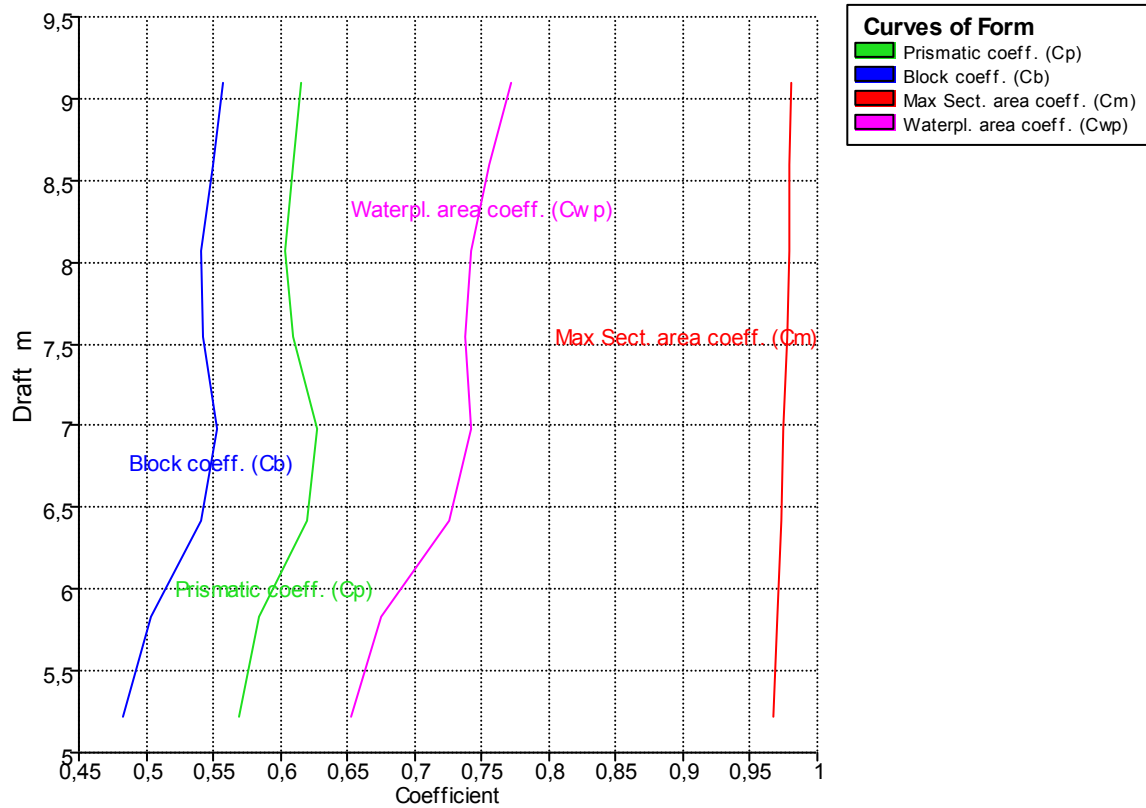
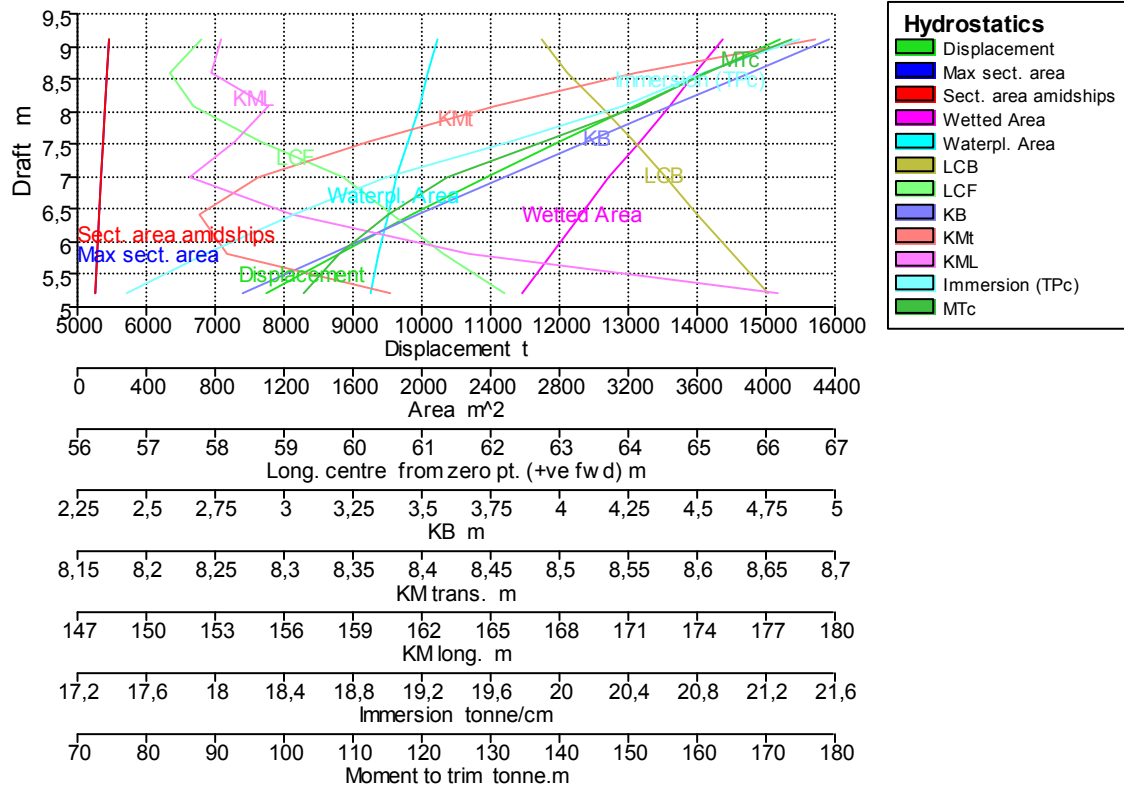
Model file: E:\Gabriel\Dropbox\Universidad\TFG\Cuaderno 5 - Situaciones de carga y resistencia longitudinal\Modelo Maxsurf\Frigorífico 07-06\Frigorífico2705 (High precision, 217 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = -1,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Draft Amidships m	5,225	5,828	6,416	6,987	7,539	8,072	8,591	9,097
Displacement t	7733	8802	9870	10939	12008	13077	14145	15214
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	5,975	6,578	7,166	7,737	8,289	8,822	9,341	9,847
Draft at AP m	4,475	5,078	5,666	6,237	6,789	7,322	7,841	8,347
Draft at LCF m	5,204	5,797	6,376	6,938	7,477	7,998	8,513	9,025
Trim (+ve by stern) m	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500
WL Length m	130,662	129,762	124,098	124,769	130,424	133,786	134,417	135,096
Beam max extents on WL m	19,997	19,998	20,000	20,000	20,000	20,000	20,004	20,010
Wetted Area m ²	2582,335	2757,025	2923,943	3084,989	3263,390	3435,366	3591,844	3750,674
Waterpl. Area m ²	1706,242	1750,424	1800,310	1853,366	1923,436	1986,919	2032,687	2086,918
Prismatic coeff. (Cp)	0,570	0,584	0,620	0,627	0,609	0,603	0,609	0,615
Block coeff. (Cb)	0,483	0,503	0,541	0,553	0,542	0,540	0,549	0,558
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,967	0,971	0,973	0,975	0,977	0,979	0,980	0,981
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,653	0,675	0,725	0,743	0,737	0,743	0,756	0,772
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	66,030	65,508	65,011	64,542	64,074	63,588	63,124	62,731
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	62,189	61,301	60,561	59,857	58,657	57,680	57,331	57,789
KB m	2,850	3,172	3,488	3,797	4,101	4,398	4,690	4,976
KG m	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071	7,071
BMt m	5,528	5,088	4,751	4,485	4,260	4,055	3,866	3,710
BML m	174,666	160,920	152,881	148,059	149,761	150,885	148,155	148,304
GMt m	1,283	1,171	1,156	1,205	1,290	1,388	1,495	1,630
GML m	170,421	157,003	149,286	144,779	146,791	148,217	145,784	146,224
KMt m	8,378	8,259	8,238	8,282	8,361	8,453	8,555	8,686
KML m	177,504	164,081	156,359	151,846	153,852	155,273	152,835	153,270
Immersion (TPC) tonne/cm	17,489	17,942	18,453	18,997	19,715	20,366	20,835	21,391
MTc tonne.m	102,958	107,961	115,119	123,731	137,706	151,420	161,106	173,801
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	173,218	179,912	199,083	230,058	270,257	316,679	368,997	432,773
Max deck inclination deg	0,6714	0,6714	0,6714	0,6714	0,6714	0,6714	0,6714	0,6714
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,6714	-0,6714	-0,6714	-0,6714	-0,6714	-0,6714	-0,6714	-0,6714



Anexo VI – Curvas KN

Trimado = +1,5 m

Stability 20.00.01.59, build: 59

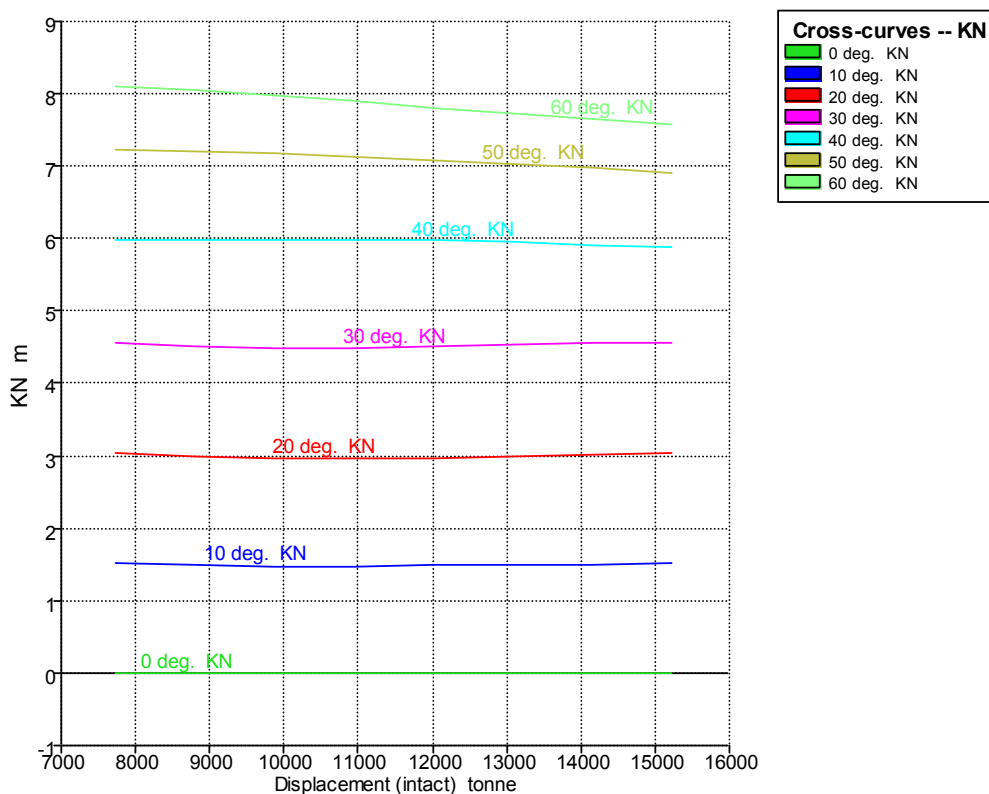
Model file: E:\Gabriel\Dropbox\Universidad\TFG\Cuaderno 5 - Situaciones de carga y resistencia longitudinal\Modelo Maxsurf\Frigorífico 07-06\Frigorífico2705 (High precision, 217 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.%, 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = 1,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	KN 0,0 deg.	KN 10,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 60,0 deg. Starb.
7733	5,167	1,500 (fixed)	61,638	0,000	0,000	1,509	3,044	4,561	5,979	7,233	8,112
8802	5,746	1,500 (fixed)	61,451	0,000	0,000	1,488	2,997	4,516	5,987	7,209	8,046
9870	6,305	1,500 (fixed)	61,128	0,000	0,000	1,479	2,973	4,494	5,995	7,178	7,970
10939	6,846	1,500 (fixed)	60,716	0,000	0,000	1,479	2,966	4,490	5,990	7,140	7,891
12008	7,376	1,500 (fixed)	60,305	0,000	0,000	1,483	2,972	4,504	5,972	7,091	7,811
13077	7,898	1,500 (fixed)	59,929	0,000	0,000	1,490	2,988	4,530	5,947	7,035	7,732
14145	8,413	1,500 (fixed)	59,601	0,000	0,000	1,501	3,012	4,554	5,916	6,971	7,655
15214	8,922	1,500 (fixed)	59,322	0,000	0,000	1,515	3,045	4,567	5,880	6,902	7,580

Trimado = + 1 m

Stability 20.00.01.59, build: 59

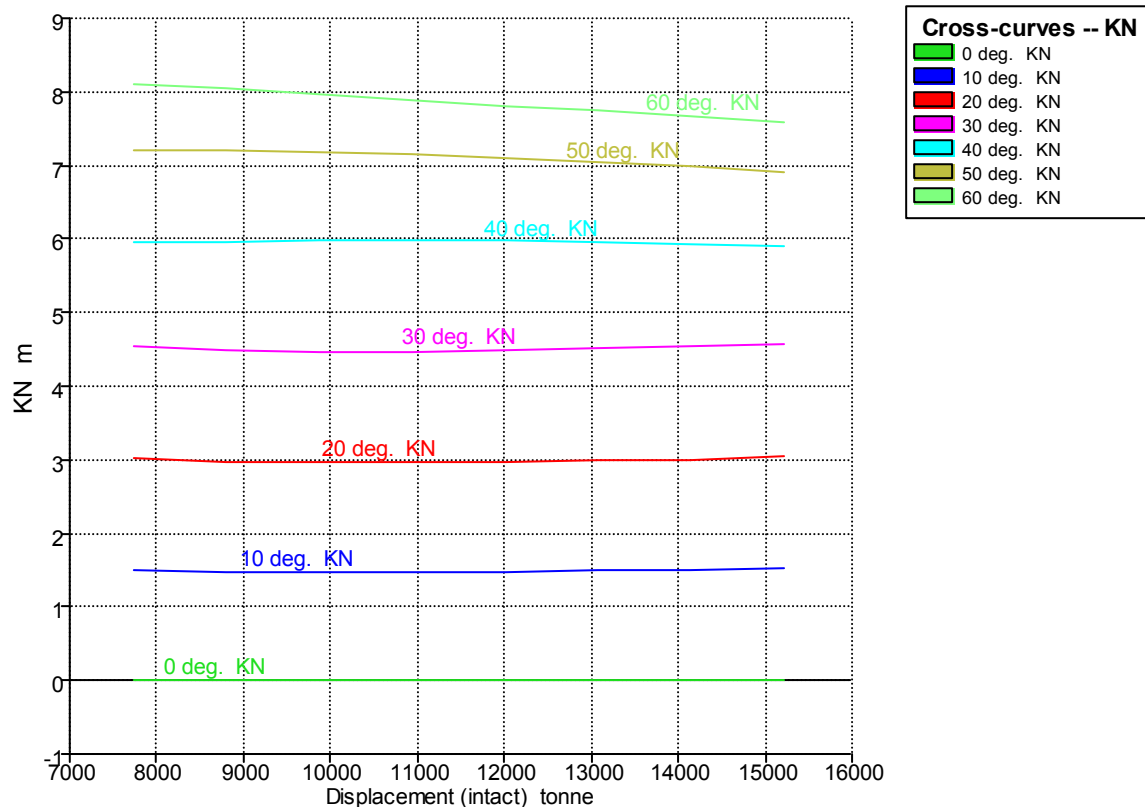
Model file: E:\Gabriel\Dropbox\Universidad\TFG\Cuaderno 5 - Situaciones de carga y resistencia longitudinal\Modelo Maxsurf\Frigorífico 07-06\Frigorífico2705 (High precision, 217 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = 1 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	KN 0,0 deg.	KN 10,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 60,0 deg. Starb.
7733	5,179	1,000 (fixed)	62,412	0,000	0,000	1,500	3,027	4,537	5,950	7,217	8,114
8802	5,763	1,000 (fixed)	62,175	0,000	0,000	1,479	2,981	4,494	5,962	7,201	8,047
9870	6,329	1,000 (fixed)	61,843	0,000	0,000	1,472	2,959	4,475	5,979	7,177	7,972
10939	6,874	1,000 (fixed)	61,405	0,000	0,000	1,473	2,955	4,475	5,981	7,142	7,894
12008	7,407	1,000 (fixed)	60,959	0,000	0,000	1,479	2,963	4,492	5,971	7,098	7,816
13077	7,930	1,000 (fixed)	60,552	0,000	0,000	1,487	2,981	4,523	5,952	7,045	7,740
14145	8,445	1,000 (fixed)	60,196	0,000	0,000	1,499	3,008	4,554	5,927	6,983	7,665
15214	8,954	1,000 (fixed)	59,891	0,000	0,000	1,514	3,043	4,572	5,894	6,915	7,591

Trimado = 0,5 m

Stability 20.00.01.59, build: 59

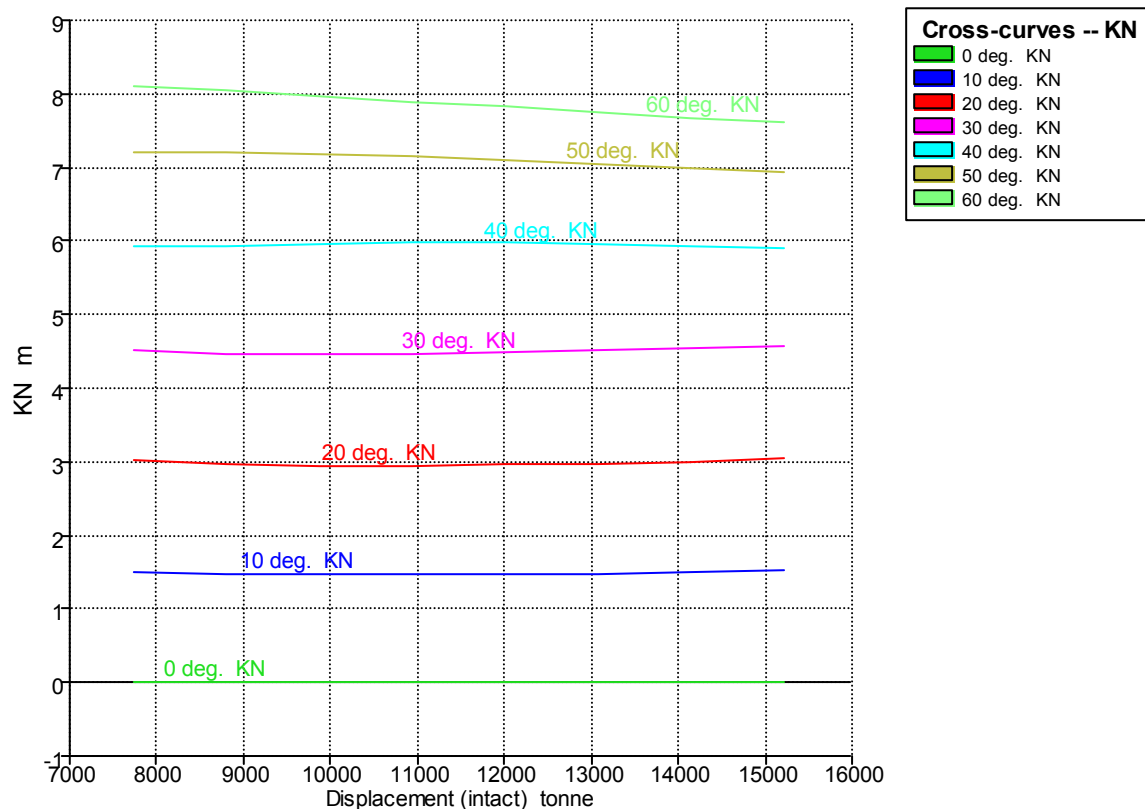
Model file: E:\Gabriel\Dropbox\Universidad\TFG\Cuaderno 5 - Situaciones de carga y resistencia longitudinal\Modelo Maxsurf\Frigorífico 07-06\Frigorífico2705 (High precision, 217 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = 0,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	KN 0,0 deg.	KN 10,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 60,0 deg. Starb.
7733	5,190	0,500 (fixed)	63,172	0,000	0,000	1,492	3,011	4,515	5,924	7,204	8,115
8802	5,778	0,500 (fixed)	62,879	0,000	0,000	1,471	2,966	4,474	5,941	7,195	8,047
9870	6,350	0,500 (fixed)	62,526	0,000	0,000	1,465	2,946	4,457	5,966	7,177	7,974
10939	6,902	0,500 (fixed)	62,080	0,000	0,000	1,467	2,944	4,461	5,975	7,146	7,898
12008	7,437	0,500 (fixed)	61,608	0,000	0,000	1,474	2,955	4,482	5,971	7,105	7,822
13077	7,961	0,500 (fixed)	61,174	0,000	0,000	1,485	2,976	4,518	5,958	7,054	7,748
14145	8,476	0,500 (fixed)	60,792	0,000	0,000	1,498	3,005	4,555	5,938	6,995	7,675
15214	8,985	0,500 (fixed)	60,462	0,000	0,000	1,514	3,042	4,577	5,907	6,927	7,602

Trimado = 0 m

Stability 20.00.01.59, build: 59

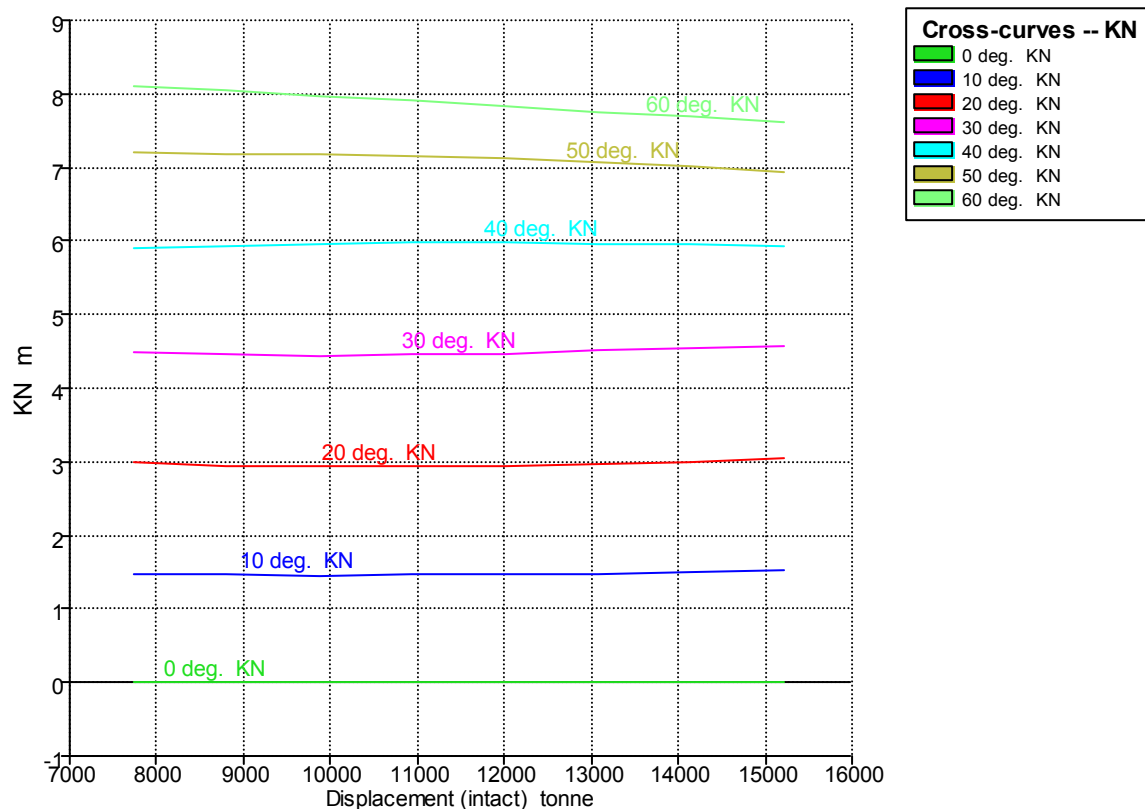
Model file: E:\Gabriel\Dropbox\Universidad\TFG\Cuaderno 5 - Situaciones de carga y resistencia longitudinal\Modelo Maxsurf\Frigorífico 07-06\Frigorífico2705 (High precision, 217 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = 0 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	KN 0,0 deg.	KN 10,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 60,0 deg. Starb.
7733	5,200	0,000 (fixed)	63,917	0,000	0,000	1,484	2,997	4,495	5,901	7,193	8,116
8802	5,792	0,000 (fixed)	63,568	0,000	0,000	1,464	2,953	4,456	5,923	7,192	8,048
9870	6,369	0,000 (fixed)	63,180	0,000	0,000	1,458	2,934	4,442	5,955	7,178	7,975
10939	6,927	0,000 (fixed)	62,736	0,000	0,000	1,462	2,935	4,449	5,971	7,150	7,902
12008	7,465	0,000 (fixed)	62,252	0,000	0,000	1,470	2,948	4,474	5,973	7,112	7,828
13077	7,991	0,000 (fixed)	61,795	0,000	0,000	1,482	2,971	4,515	5,966	7,064	7,756
14145	8,507	0,000 (fixed)	61,388	0,000	0,000	1,496	3,003	4,556	5,949	7,006	7,685
15214	9,015	0,000 (fixed)	61,036	0,000	0,000	1,514	3,043	4,583	5,920	6,939	7,612

Trimado = -0,5 m

Stability 20.00.01.59, build: 59

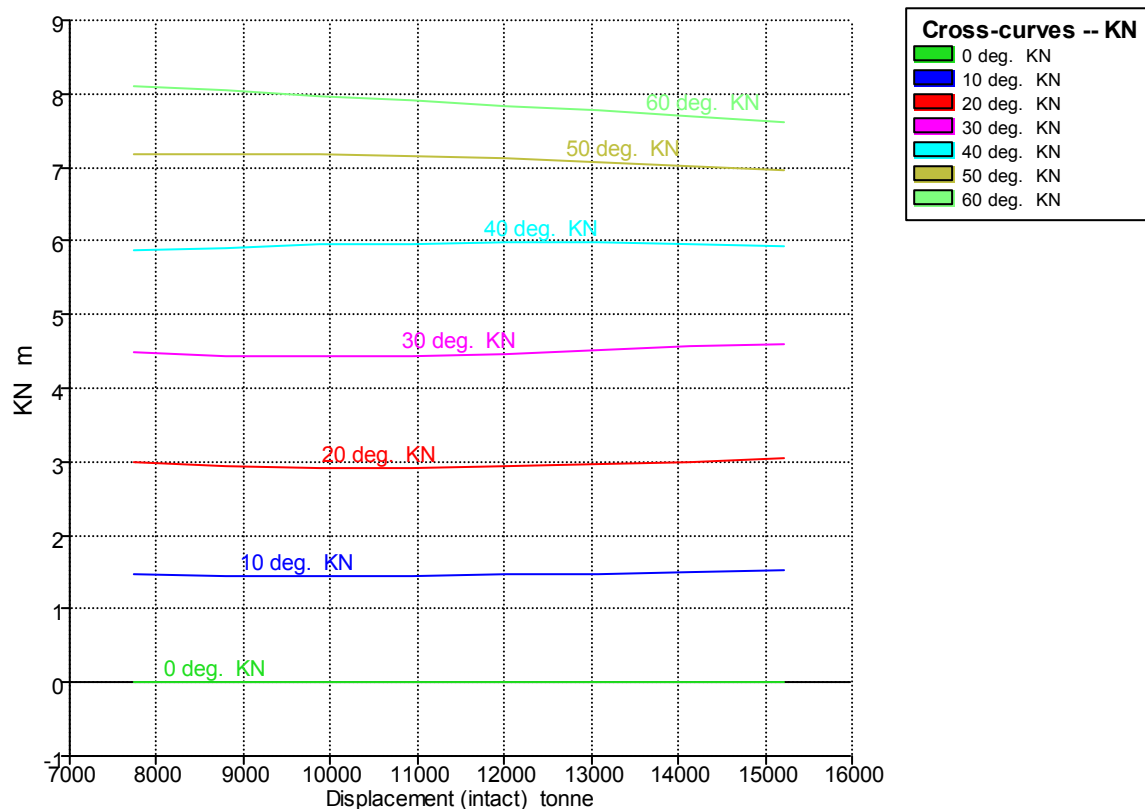
Model file: E:\Gabriel\Dropbox\Universidad\TFG\Cuaderno 5 - Situaciones de carga y resistencia longitudinal\Modelo Maxsurf\Frigorífico 07-06\Frigorífico2705 (High precision, 217 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = -0,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	KN 0,0 deg.	KN 10,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 60,0 deg. Starb.
7733	5,209	-0,500 (fixed)	64,647	0,000	0,000	1,478	2,984	4,477	5,881	7,186	8,116
8802	5,805	-0,500 (fixed)	64,241	0,000	0,000	1,458	2,942	4,440	5,909	7,191	8,048
9870	6,386	-0,500 (fixed)	63,814	0,000	0,000	1,452	2,924	4,429	5,947	7,180	7,977
10939	6,950	-0,500 (fixed)	63,372	0,000	0,000	1,456	2,926	4,440	5,969	7,156	7,906
12008	7,492	-0,500 (fixed)	62,889	0,000	0,000	1,466	2,941	4,469	5,977	7,120	7,835
13077	8,019	-0,500 (fixed)	62,414	0,000	0,000	1,479	2,967	4,514	5,975	7,073	7,765
14145	8,536	-0,500 (fixed)	61,986	0,000	0,000	1,495	3,002	4,559	5,960	7,016	7,695
15214	9,044	-0,500 (fixed)	61,612	0,000	0,000	1,514	3,045	4,589	5,932	6,950	7,623

Trimado = -1 m

Stability 20.00.01.59, build: 59

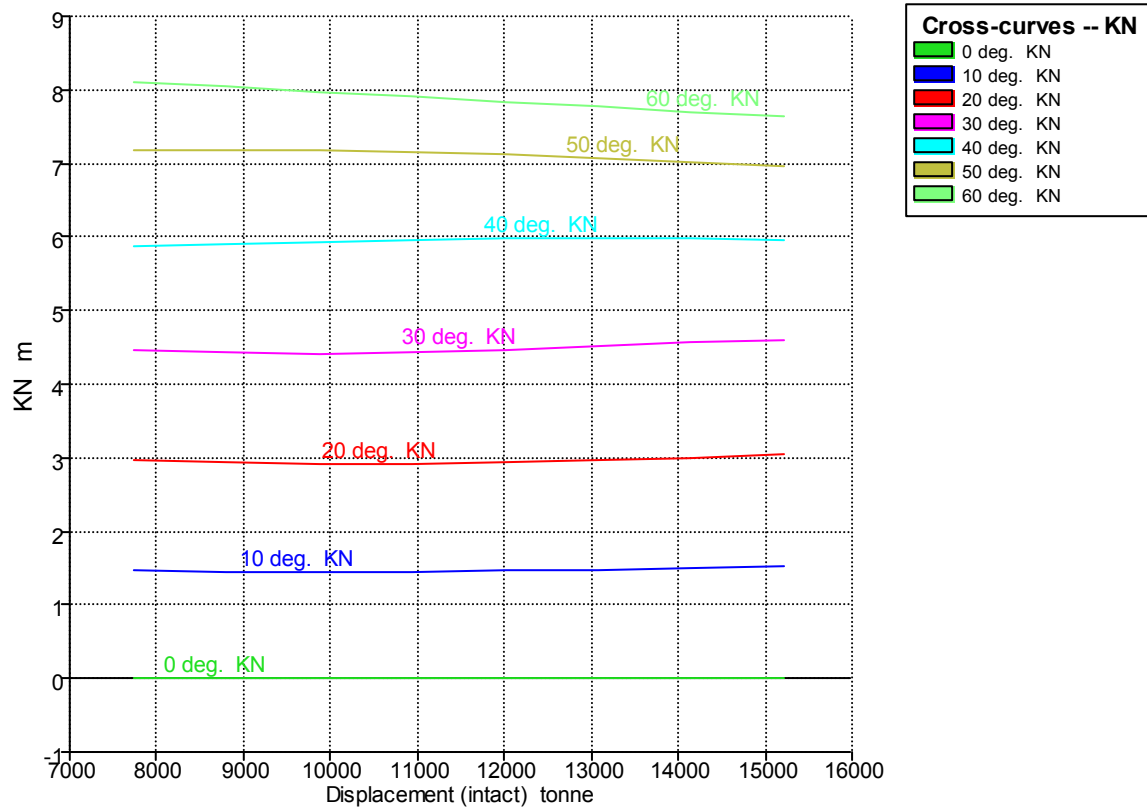
Model file: E:\Gabriel\Dropbox\Universidad\TFG\Cuaderno 5 - Situaciones de carga y resistencia longitudinal\Modelo Maxsurf\Frigorífico 07-06\Frigorífico2705 (High precision, 217 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = -1 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	KN 0,0 deg.	KN 10,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 60,0 deg. Starb.
7733	5,218	-1,000 (fixed)	65,363	0,000	0,000	1,472	2,972	4,461	5,866	7,181	8,115
8802	5,817	-1,000 (fixed)	64,899	0,000	0,000	1,452	2,931	4,427	5,900	7,192	8,049
9870	6,402	-1,000 (fixed)	64,437	0,000	0,000	1,447	2,915	4,419	5,942	7,184	7,980
10939	6,969	-1,000 (fixed)	63,987	0,000	0,000	1,452	2,918	4,432	5,969	7,162	7,910
12008	7,517	-1,000 (fixed)	63,513	0,000	0,000	1,463	2,936	4,465	5,982	7,127	7,842
13077	8,047	-1,000 (fixed)	63,029	0,000	0,000	1,477	2,965	4,514	5,984	7,082	7,774
14145	8,564	-1,000 (fixed)	62,583	0,000	0,000	1,495	3,002	4,562	5,970	7,026	7,705
15214	9,072	-1,000 (fixed)	62,195	0,000	0,000	1,516	3,048	4,597	5,944	6,961	7,633

Trimado = -1,5 m

Stability 20.00.01.59, build: 59

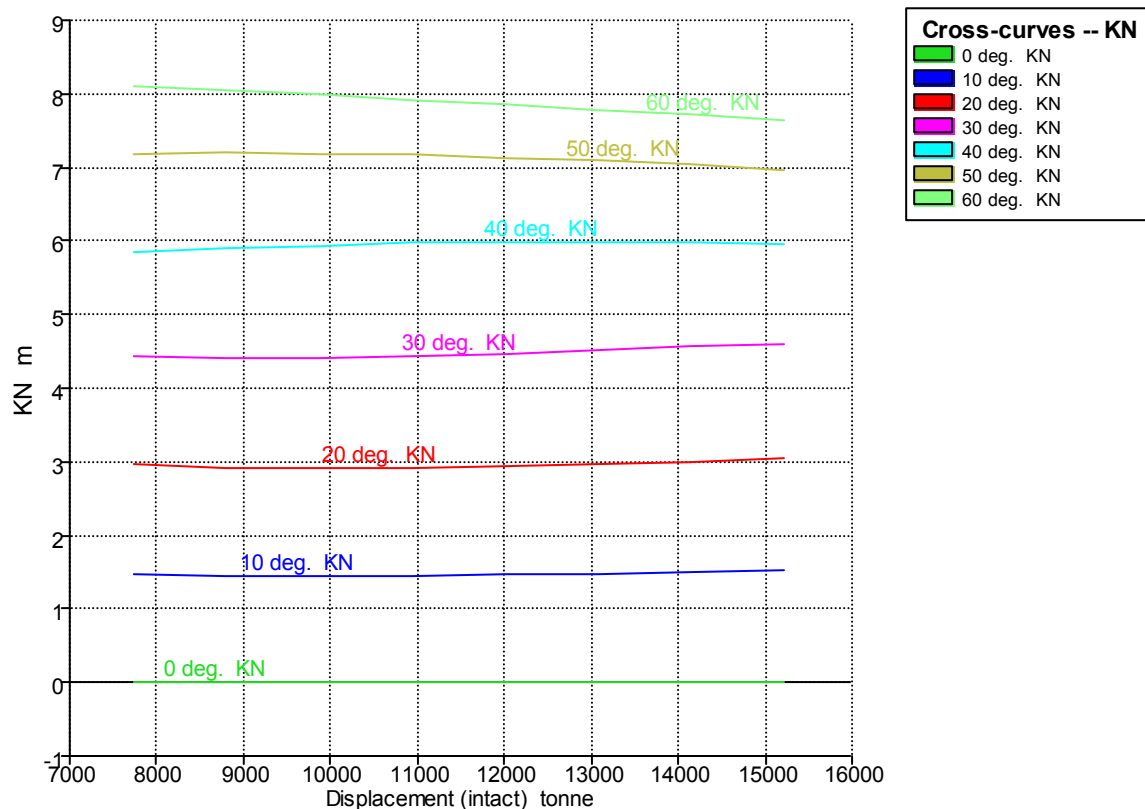
Model file: E:\Gabriel\Dropbox\Universidad\TFG\Cuaderno 5 - Situaciones de carga y resistencia longitudinal\Modelo Maxsurf\Frigorífico 07-06\Frigorífico2705 (High precision, 217 sections, Trimming off, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Damage Case - Intact

Fixed Trim = -1,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	KN 0,0 deg.	KN 10,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 60,0 deg. Starb.
7733	5,225	-1,500 (fixed)	66,064	0,000	0,000	1,467	2,962	4,448	5,854	7,180	8,114
8802	5,828	-1,500 (fixed)	65,545	0,000	0,000	1,447	2,922	4,416	5,895	7,195	8,051
9870	6,416	-1,500 (fixed)	65,052	0,000	0,000	1,442	2,907	4,410	5,940	7,190	7,983
10939	6,987	-1,500 (fixed)	64,586	0,000	0,000	1,448	2,911	4,427	5,971	7,169	7,916
12008	7,539	-1,500 (fixed)	64,122	0,000	0,000	1,459	2,931	4,465	5,989	7,135	7,850
13077	8,072	-1,500 (fixed)	63,639	0,000	0,000	1,475	2,963	4,517	5,993	7,090	7,783
14145	8,591	-1,500 (fixed)	63,179	0,000	0,000	1,495	3,004	4,567	5,980	7,034	7,714
15214	9,097	-1,500 (fixed)	62,789	0,000	0,000	1,518	3,053	4,604	5,954	6,970	7,643

Anexo VII – Análisis “Tank Calibration”

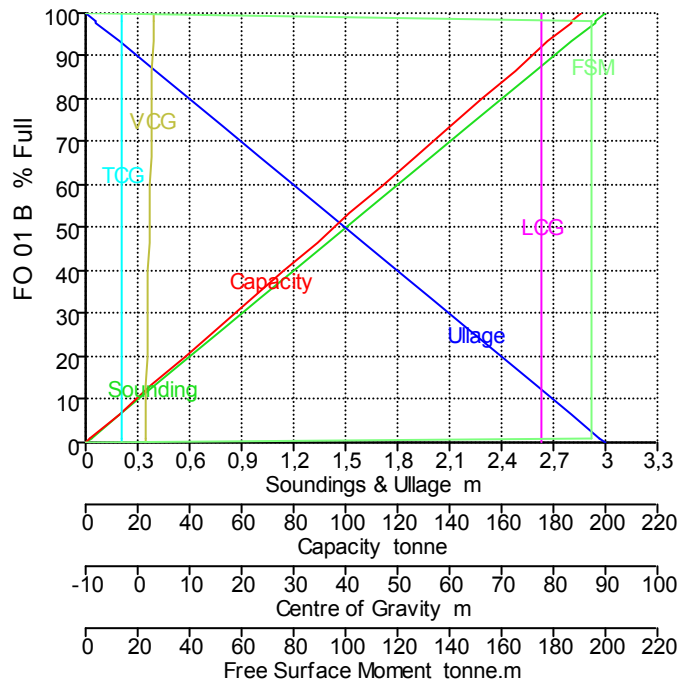
Tank Calibrations - FO 01 B

Fluid Type = Fuel Oil

Specific gravity = 0,9443

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

**FO 01 B**

Trim: 0 m; Heel: 0 deg to starboard

Sounding
Ullage
Capacity
LCG
TCG
VCG
FSM

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
FO 01 B	3,000	0,000	100,000	201,802	190,561	77,870	-3,000	3,000	0,000
	2,940	0,060	98,000	197,765	186,750	77,870	-3,000	2,970	194,450
	2,937	0,063	97,900	197,564	186,559	77,870	-3,000	2,968	194,450
	2,800	0,200	93,333	188,348	177,857	77,870	-3,000	2,900	194,450
	2,600	0,400	86,667	174,895	165,153	77,870	-3,000	2,800	194,450
	2,400	0,600	80,000	161,441	152,449	77,870	-3,000	2,700	194,450
	2,200	0,800	73,333	147,988	139,745	77,870	-3,000	2,600	194,450
	2,000	1,000	66,667	134,534	127,041	77,870	-3,000	2,500	194,450
	1,800	1,200	60,000	121,081	114,337	77,870	-3,000	2,400	194,450
	1,600	1,400	53,333	107,627	101,633	77,870	-3,000	2,300	194,450
	1,400	1,600	46,667	94,174	88,929	77,870	-3,000	2,200	194,450
	1,200	1,800	40,000	80,721	76,224	77,870	-3,000	2,100	194,450
	1,000	2,000	33,333	67,267	63,520	77,870	-3,000	2,000	194,450
	0,800	2,200	26,667	53,814	50,816	77,870	-3,000	1,900	194,450
	0,600	2,400	20,000	40,360	38,112	77,870	-3,000	1,800	194,450
	0,400	2,600	13,333	26,907	25,408	77,870	-3,000	1,700	194,450
	0,200	2,800	6,667	13,453	12,704	77,870	-3,000	1,600	194,450
	0,030	2,970	1,000	2,018	1,906	77,870	-3,000	1,515	194,450
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	77,870	-3,000	1,500	0,000

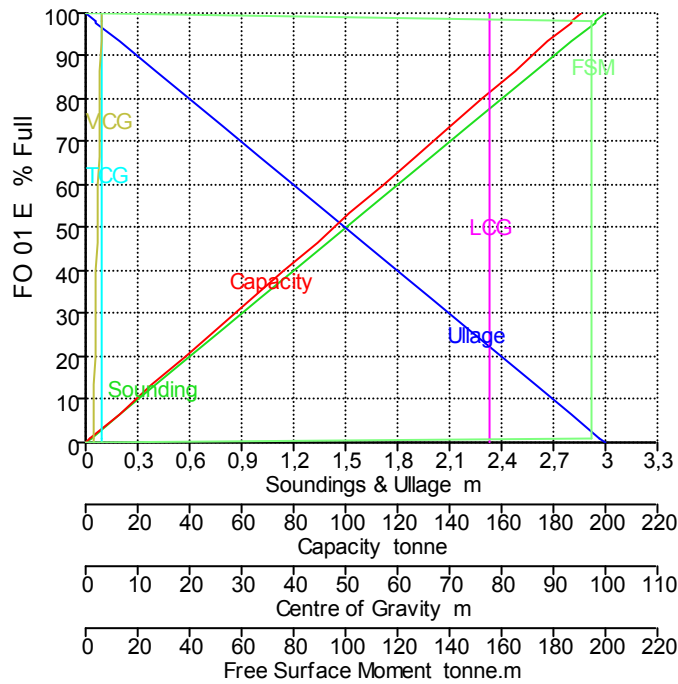
Tank Calibrations - FO 01 E

Fluid Type = Fuel Oil

Specific gravity = 0,9443

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

**FO 01 E**

Trim: 0 m; Heel: 0 deg to starboard

Sounding
 Ullage
 Capacity
 LCG
 TCG
 VCG
 FSM

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
FO 01 E	3,000	0,000	100,000	201,802	190,561	77,870	3,000	3,000	0,000
	2,940	0,060	98,000	197,765	186,750	77,870	3,000	2,970	194,450
	2,937	0,063	97,900	197,564	186,559	77,870	3,000	2,968	194,450
	2,800	0,200	93,333	188,348	177,857	77,870	3,000	2,900	194,450
	2,600	0,400	86,667	174,895	165,153	77,870	3,000	2,800	194,450
	2,400	0,600	80,000	161,441	152,449	77,870	3,000	2,700	194,450
	2,200	0,800	73,333	147,988	139,745	77,870	3,000	2,600	194,450
	2,000	1,000	66,667	134,534	127,041	77,870	3,000	2,500	194,450
	1,800	1,200	60,000	121,081	114,337	77,870	3,000	2,400	194,450
	1,600	1,400	53,333	107,627	101,633	77,870	3,000	2,300	194,450
	1,400	1,600	46,667	94,174	88,929	77,870	3,000	2,200	194,450
	1,200	1,800	40,000	80,721	76,224	77,870	3,000	2,100	194,450
	1,000	2,000	33,333	67,267	63,520	77,870	3,000	2,000	194,450
	0,800	2,200	26,667	53,814	50,816	77,870	3,000	1,900	194,450
	0,600	2,400	20,000	40,360	38,112	77,870	3,000	1,800	194,450
	0,400	2,600	13,333	26,907	25,408	77,870	3,000	1,700	194,450
	0,200	2,800	6,667	13,453	12,704	77,870	3,000	1,600	194,450
	0,030	2,970	1,000	2,018	1,906	77,870	3,000	1,515	194,450
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	77,870	3,000	1,500	0,000

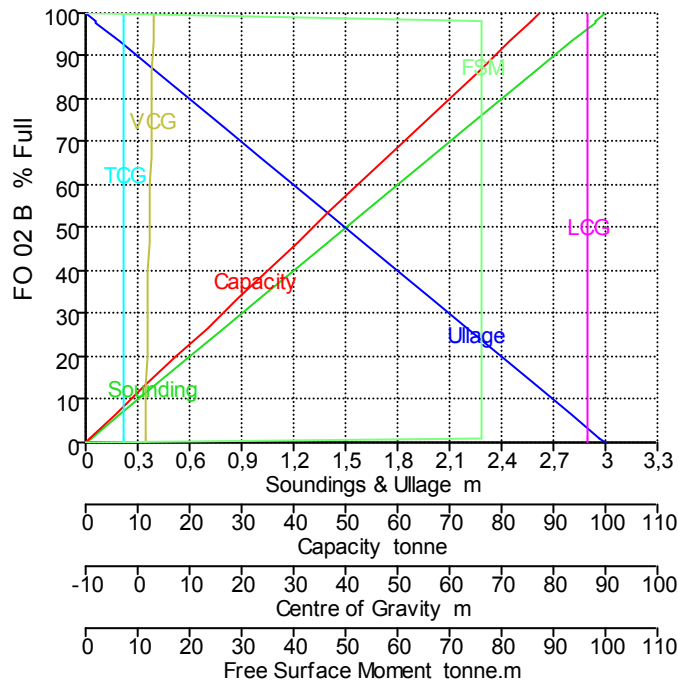
Tank Calibrations - FO 02 B

Fluid Type = Fuel Oil

Specific gravity = 0,9443

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

**FO 02 B**

Trim: 0 m; Heel: 0 deg to starboard

- Sounding
- Ullage
- Capacity
- LCG
- TCG
- VCG
- FSM

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
FO 02 B	3,000	0,000	100,000	92,492	87,341	86,363	-2,758	3,000	0,000
	2,940	0,060	98,000	90,643	85,594	86,363	-2,758	2,970	76,152
	2,937	0,063	97,900	90,550	85,506	86,363	-2,758	2,968	76,152
	2,800	0,200	93,333	86,326	81,518	86,363	-2,758	2,900	76,152
	2,600	0,400	86,667	80,160	75,695	86,363	-2,758	2,800	76,152
	2,400	0,600	80,000	73,994	69,872	86,363	-2,758	2,700	76,152
	2,200	0,800	73,333	67,828	64,050	86,363	-2,758	2,600	76,152
	2,000	1,000	66,667	61,662	58,227	86,363	-2,758	2,500	76,152
	1,800	1,200	60,000	55,495	52,404	86,363	-2,758	2,400	76,152
	1,600	1,400	53,333	49,329	46,582	86,363	-2,758	2,300	76,152
	1,400	1,600	46,667	43,163	40,759	86,363	-2,758	2,200	76,152
	1,200	1,800	40,000	36,997	34,936	86,363	-2,758	2,100	76,152
	1,000	2,000	33,333	30,831	29,114	86,363	-2,758	2,000	76,152
	0,800	2,200	26,667	24,665	23,291	86,363	-2,758	1,900	76,152
	0,600	2,400	20,000	18,498	17,468	86,363	-2,758	1,800	76,152
	0,400	2,600	13,333	12,332	11,645	86,363	-2,758	1,700	76,152
	0,200	2,800	6,667	6,166	5,823	86,363	-2,758	1,600	76,152
	0,030	2,970	1,000	0,925	0,873	86,363	-2,758	1,515	76,152
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	86,363	-2,758	1,500	0,000

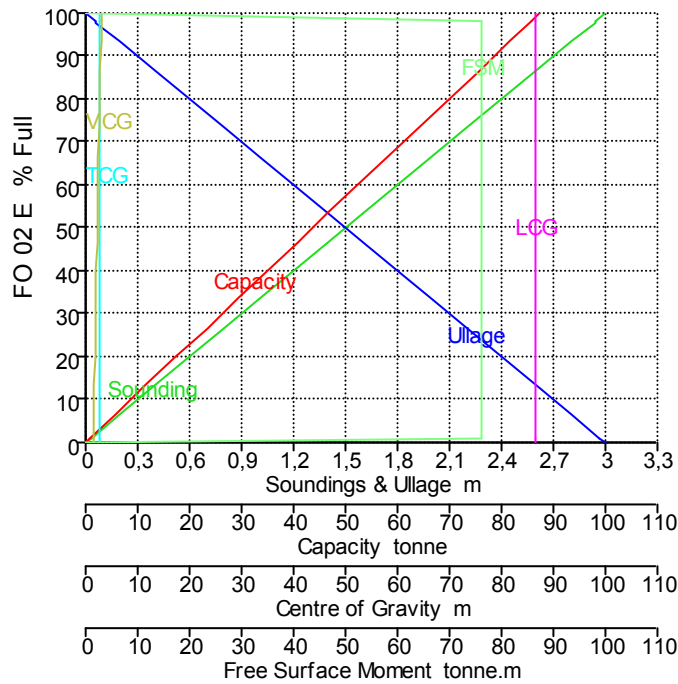
Tank Calibrations - FO 02 E

Fluid Type = Fuel Oil

Specific gravity = 0,9443

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

**FO 02 E**

Trim: 0 m; Heel: 0 deg to starboard

Sounding
 Ullage
 Capacity
 LCG
 TCG
 VCG
 FSM

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
FO 02 E	3,000	0,000	100,000	92,492	87,341	86,363	2,758	3,000	0,000
	2,940	0,060	98,000	90,643	85,594	86,363	2,758	2,970	76,152
	2,937	0,063	97,900	90,550	85,506	86,363	2,758	2,968	76,152
	2,800	0,200	93,333	86,326	81,518	86,363	2,758	2,900	76,152
	2,600	0,400	86,667	80,160	75,695	86,363	2,758	2,800	76,152
	2,400	0,600	80,000	73,994	69,872	86,363	2,758	2,700	76,152
	2,200	0,800	73,333	67,828	64,050	86,363	2,758	2,600	76,152
	2,000	1,000	66,667	61,662	58,227	86,363	2,758	2,500	76,152
	1,800	1,200	60,000	55,495	52,404	86,363	2,758	2,400	76,152
	1,600	1,400	53,333	49,329	46,582	86,363	2,758	2,300	76,152
	1,400	1,600	46,667	43,163	40,759	86,363	2,758	2,200	76,152
	1,200	1,800	40,000	36,997	34,936	86,363	2,758	2,100	76,152
	1,000	2,000	33,333	30,831	29,114	86,363	2,758	2,000	76,152
	0,800	2,200	26,667	24,665	23,291	86,363	2,758	1,900	76,152
	0,600	2,400	20,000	18,498	17,468	86,363	2,758	1,800	76,152
	0,400	2,600	13,333	12,332	11,645	86,363	2,758	1,700	76,152
	0,200	2,800	6,667	6,166	5,823	86,363	2,758	1,600	76,152
	0,030	2,970	1,000	0,925	0,873	86,363	2,758	1,515	76,152
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	86,363	2,758	1,500	0,000

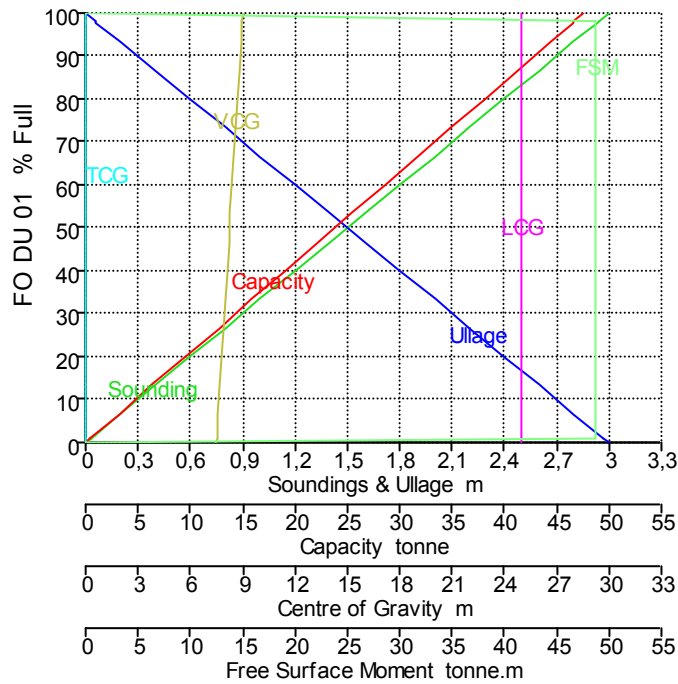
Tank Calibrations - FO DU 01

Fluid Type = Fuel Oil

Specific gravity = 0,9443

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

**FO DU 01**

Trim : 0 m ; Heel: 0 deg to starboard

Sounding
 Ullage
 Capacity
 LCG
 TCG
 VCG
 FSM

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
FO DU 01	3,000	0,000	100,000	50,450	47,640	24,960	0,000	9,000	0,000
	2,940	0,060	98,000	49,441	46,687	24,960	0,000	8,970	48,613
	2,937	0,063	97,900	49,391	46,640	24,960	0,000	8,969	48,613
	2,800	0,200	93,333	47,087	44,464	24,960	0,000	8,900	48,613
	2,600	0,400	86,667	43,724	41,288	24,960	0,000	8,800	48,613
	2,400	0,600	80,000	40,360	38,112	24,960	0,000	8,700	48,613
	2,200	0,800	73,333	36,997	34,936	24,960	0,000	8,600	48,613
	2,000	1,000	66,667	33,634	31,760	24,960	0,000	8,500	48,613
	1,800	1,200	60,000	30,270	28,584	24,960	0,000	8,400	48,613
	1,600	1,400	53,333	26,907	25,408	24,960	0,000	8,300	48,613
	1,400	1,600	46,667	23,544	22,232	24,960	0,000	8,200	48,613
	1,200	1,800	40,000	20,180	19,056	24,960	0,000	8,100	48,613
	1,000	2,000	33,333	16,817	15,880	24,960	0,000	8,000	48,613
	0,800	2,200	26,667	13,453	12,704	24,960	0,000	7,900	48,613
	0,600	2,400	20,000	10,090	9,528	24,960	0,000	7,800	48,613
	0,400	2,600	13,333	6,727	6,352	24,960	0,000	7,700	48,613
	0,200	2,800	6,667	3,363	3,176	24,960	0,000	7,600	48,613
	0,030	2,970	1,000	0,505	0,476	24,960	0,000	7,515	48,613
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	24,960	0,000	7,500	0,000

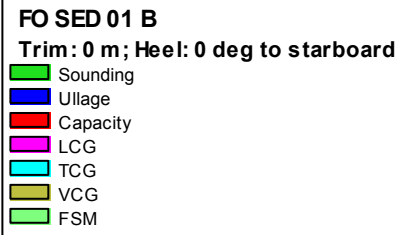
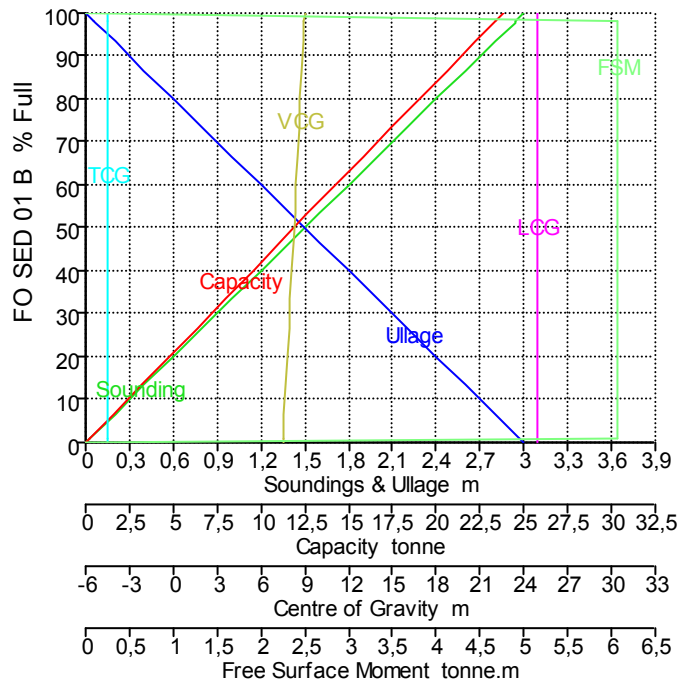
Tank Calibrations - FO SED 01 B

Fluid Type = Fuel Oil

Specific gravity = 0,9443

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
FO SED 01 B	3,000	0,000	100,000	25,225	23,820	24,960	-4,500	9,000	0,000
	2,940	0,060	98,000	24,721	23,344	24,960	-4,500	8,970	6,077
	2,937	0,063	97,900	24,695	23,320	24,960	-4,500	8,968	6,077
	2,800	0,200	93,333	23,544	22,232	24,960	-4,500	8,900	6,077
	2,600	0,400	86,667	21,862	20,644	24,960	-4,500	8,800	6,077
	2,400	0,600	80,000	20,180	19,056	24,960	-4,500	8,700	6,077
	2,200	0,800	73,333	18,498	17,468	24,960	-4,500	8,600	6,077
	2,000	1,000	66,667	16,817	15,880	24,960	-4,500	8,500	6,077
	1,800	1,200	60,000	15,135	14,292	24,960	-4,500	8,400	6,077
	1,600	1,400	53,333	13,453	12,704	24,960	-4,500	8,300	6,077
	1,400	1,600	46,667	11,772	11,116	24,960	-4,500	8,200	6,077
	1,200	1,800	40,000	10,090	9,528	24,960	-4,500	8,100	6,077
	1,000	2,000	33,333	8,408	7,940	24,960	-4,500	8,000	6,077
	0,800	2,200	26,667	6,727	6,352	24,960	-4,500	7,900	6,077
	0,600	2,400	20,000	5,045	4,764	24,960	-4,500	7,800	6,077
	0,400	2,600	13,333	3,363	3,176	24,960	-4,500	7,700	6,077
	0,200	2,800	6,667	1,682	1,588	24,960	-4,500	7,600	6,077
	0,030	2,970	1,000	0,252	0,238	24,960	-4,500	7,515	6,077
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	24,960	-4,500	7,500	0,000

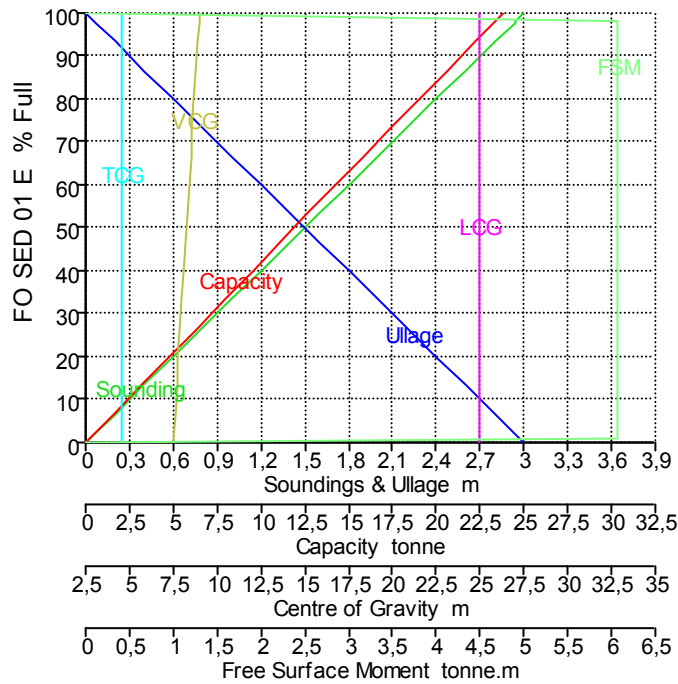
Tank Calibrations - FO SED 01 E

Fluid Type = Fuel Oil

Specific gravity = 0,9443

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

**FO SED 01 E**

Trim: 0 m; Heel: 0 deg to starboard

- Sounding
- Ullage
- Capacity
- LCG
- TCG
- VCG
- FSM

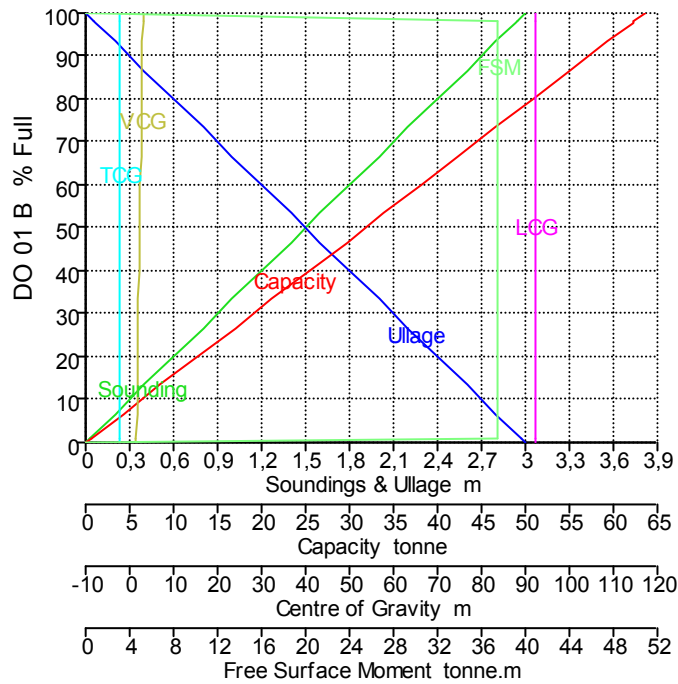
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
FO SED 01 E	3,000	0,000	100,000	25,225	23,820	24,960	4,500	9,000	0,000
	2,940	0,060	98,000	24,721	23,344	24,960	4,500	8,970	6,077
	2,937	0,063	97,900	24,695	23,320	24,960	4,500	8,968	6,077
	2,800	0,200	93,333	23,544	22,232	24,960	4,500	8,900	6,077
	2,600	0,400	86,667	21,862	20,644	24,960	4,500	8,800	6,077
	2,400	0,600	80,000	20,180	19,056	24,960	4,500	8,700	6,077
	2,200	0,800	73,333	18,498	17,468	24,960	4,500	8,600	6,077
	2,000	1,000	66,667	16,817	15,880	24,960	4,500	8,500	6,077
	1,800	1,200	60,000	15,135	14,292	24,960	4,500	8,400	6,077
	1,600	1,400	53,333	13,453	12,704	24,960	4,500	8,300	6,077
	1,400	1,600	46,667	11,772	11,116	24,960	4,500	8,200	6,077
	1,200	1,800	40,000	10,090	9,528	24,960	4,500	8,100	6,077
	1,000	2,000	33,333	8,408	7,940	24,960	4,500	8,000	6,077
	0,800	2,200	26,667	6,727	6,352	24,960	4,500	7,900	6,077
	0,600	2,400	20,000	5,045	4,764	24,960	4,500	7,800	6,077
	0,400	2,600	13,333	3,363	3,176	24,960	4,500	7,700	6,077
	0,200	2,800	6,667	1,682	1,588	24,960	4,500	7,600	6,077
	0,030	2,970	1,000	0,252	0,238	24,960	4,500	7,515	6,077
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	24,960	4,500	7,500	0,000

Tank Calibrations - DO 01 B

Fluid Type = Diesel Specific gravity = 0,84

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

**DO 01 B**

Trim : 0 m ; Heel : 0 deg to starboard

- Sounding
- Ullage
- Capacity
- LCG
- TCG
- VCG
- FSM

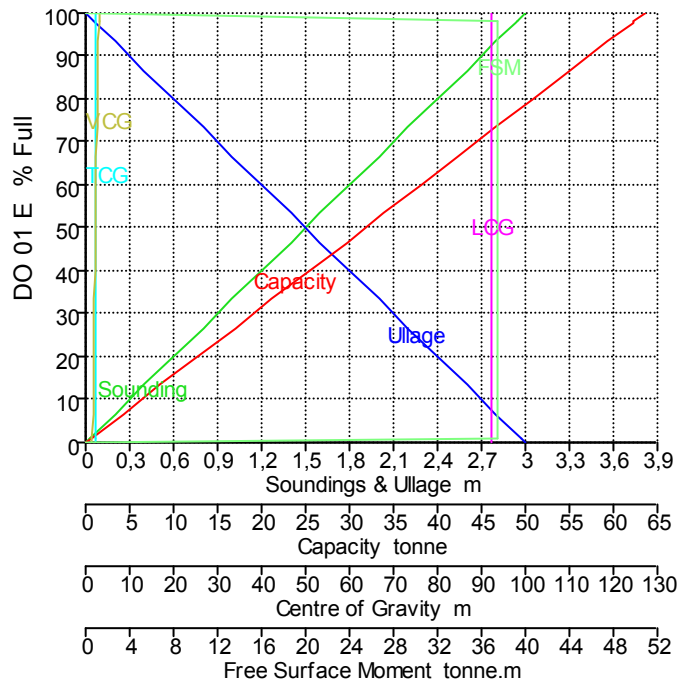
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
DO 01 B	3,000	0,000	100,000	75,676	63,568	92,064	-2,259	3,000	0,000
	2,940	0,060	98,000	74,162	62,296	92,064	-2,259	2,970	37,406
	2,937	0,063	97,900	74,086	62,233	92,064	-2,259	2,968	37,406
	2,800	0,200	93,333	70,631	59,330	92,064	-2,259	2,900	37,406
	2,600	0,400	86,667	65,586	55,092	92,064	-2,259	2,800	37,406
	2,400	0,600	80,000	60,540	50,854	92,064	-2,259	2,700	37,406
	2,200	0,800	73,333	55,495	46,616	92,064	-2,259	2,600	37,406
	2,000	1,000	66,667	50,450	42,378	92,064	-2,259	2,500	37,406
	1,800	1,200	60,000	45,405	38,141	92,064	-2,259	2,400	37,406
	1,600	1,400	53,333	40,360	33,903	92,064	-2,259	2,300	37,406
	1,400	1,600	46,667	35,315	29,665	92,064	-2,259	2,200	37,406
	1,200	1,800	40,000	30,270	25,427	92,064	-2,259	2,100	37,406
	1,000	2,000	33,333	25,225	21,189	92,064	-2,259	2,000	37,406
	0,800	2,200	26,667	20,180	16,951	92,064	-2,259	1,900	37,406
	0,600	2,400	20,000	15,135	12,714	92,064	-2,259	1,800	37,406
	0,400	2,600	13,333	10,090	8,476	92,064	-2,259	1,700	37,406
	0,200	2,800	6,667	5,045	4,238	92,064	-2,259	1,600	37,406
	0,030	2,970	1,000	0,757	0,636	92,064	-2,259	1,515	37,406
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	92,064	-2,259	1,500	0,000

Tank Calibrations - DO 01 E

Fluid Type = Diesel Specific gravity = 0,84

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

**DO 01 E**

Trim: 0 m; Heel: 0 deg to starboard

- Sounding
- Ullage
- Capacity
- LCG
- TCG
- VCG
- FSM

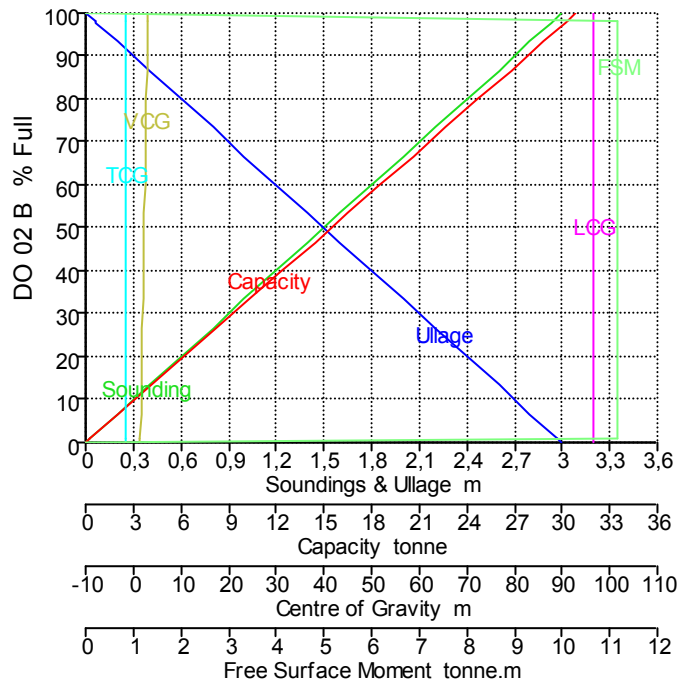
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
DO 01 E	3,000	0,000	100,000	75,676	63,568	92,064	2,259	3,000	0,000
	2,940	0,060	98,000	74,162	62,296	92,064	2,259	2,970	37,406
	2,937	0,063	97,900	74,086	62,233	92,064	2,259	2,968	37,406
	2,800	0,200	93,333	70,631	59,330	92,064	2,259	2,900	37,406
	2,600	0,400	86,667	65,586	55,092	92,064	2,259	2,800	37,406
	2,400	0,600	80,000	60,540	50,854	92,064	2,259	2,700	37,406
	2,200	0,800	73,333	55,495	46,616	92,064	2,259	2,600	37,406
	2,000	1,000	66,667	50,450	42,378	92,064	2,259	2,500	37,406
	1,800	1,200	60,000	45,405	38,141	92,064	2,259	2,400	37,406
	1,600	1,400	53,333	40,360	33,903	92,064	2,259	2,300	37,406
	1,400	1,600	46,667	35,315	29,665	92,064	2,259	2,200	37,406
	1,200	1,800	40,000	30,270	25,427	92,064	2,259	2,100	37,406
	1,000	2,000	33,333	25,225	21,189	92,064	2,259	2,000	37,406
	0,800	2,200	26,667	20,180	16,951	92,064	2,259	1,900	37,406
	0,600	2,400	20,000	15,135	12,714	92,064	2,259	1,800	37,406
	0,400	2,600	13,333	10,090	8,476	92,064	2,259	1,700	37,406
	0,200	2,800	6,667	5,045	4,238	92,064	2,259	1,600	37,406
	0,030	2,970	1,000	0,757	0,636	92,064	2,259	1,515	37,406
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	92,064	2,259	1,500	0,000

Tank Calibrations - DO 02 B

Fluid Type = Diesel Specific gravity = 0,84

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

**DO 02 B**

Trim: 0 m; Heel: 0 deg to starboard

- Sounding
- Ullage
- Capacity
- LCG
- TCG
- VCG
- FSM

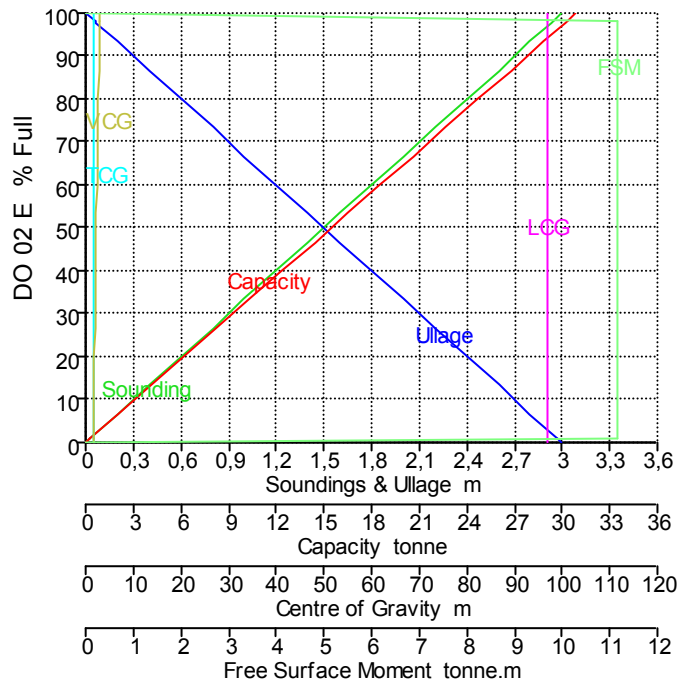
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
DO 02 B	3,000	0,000	100,000	36,787	30,901	96,732	-1,762	3,000	0,000
	2,940	0,060	98,000	36,051	30,283	96,732	-1,762	2,970	11,176
	2,937	0,063	97,900	36,014	30,252	96,732	-1,762	2,968	11,176
	2,800	0,200	93,333	34,334	28,841	96,732	-1,762	2,900	11,176
	2,600	0,400	86,667	31,882	26,781	96,732	-1,762	2,800	11,176
	2,400	0,600	80,000	29,429	24,721	96,732	-1,762	2,700	11,176
	2,200	0,800	73,333	26,977	22,661	96,732	-1,762	2,600	11,176
	2,000	1,000	66,667	24,525	20,601	96,732	-1,762	2,500	11,176
	1,800	1,200	60,000	22,072	18,541	96,732	-1,762	2,400	11,176
	1,600	1,400	53,333	19,620	16,480	96,732	-1,762	2,300	11,176
	1,400	1,600	46,667	17,167	14,420	96,732	-1,762	2,200	11,176
	1,200	1,800	40,000	14,715	12,360	96,732	-1,762	2,100	11,176
	1,000	2,000	33,333	12,262	10,300	96,732	-1,762	2,000	11,176
	0,800	2,200	26,667	9,810	8,240	96,732	-1,762	1,900	11,176
	0,600	2,400	20,000	7,357	6,180	96,732	-1,762	1,800	11,176
	0,400	2,600	13,333	4,905	4,120	96,732	-1,762	1,700	11,176
	0,200	2,800	6,667	2,452	2,060	96,732	-1,762	1,600	11,176
	0,030	2,970	1,000	0,368	0,309	96,732	-1,762	1,515	11,176
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	96,732	-1,762	1,500	0,000

Tank Calibrations - DO 02 E

Fluid Type = Diesel Specific gravity = 0,84

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



DO 02 E
 Trim : 0 m ; Heel : 0 deg to starboard

Sounding
 Ullage
 Capacity
 LCG
 TCG
 VCG
 FSM

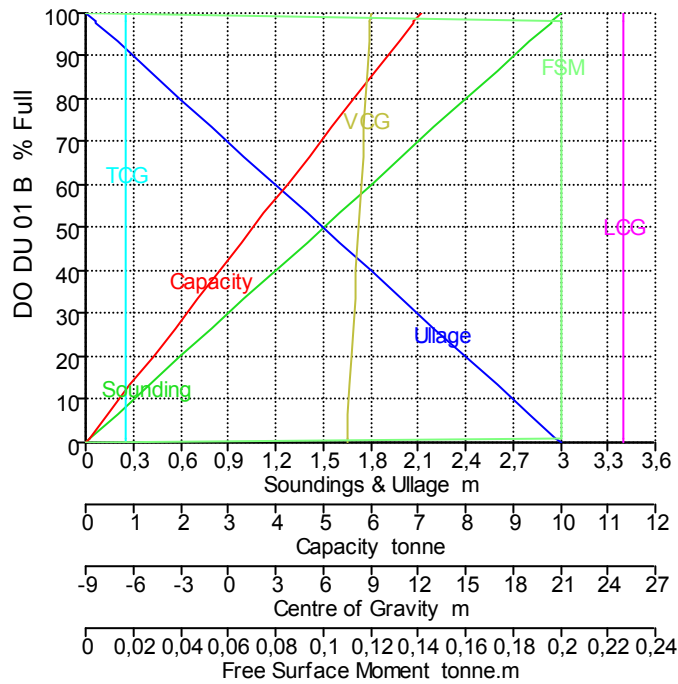
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
DO 02 E	3,000	0,000	100,000	36,787	30,901	96,732	1,762	3,000	0,000
	2,940	0,060	98,000	36,051	30,283	96,732	1,762	2,970	11,176
	2,937	0,063	97,900	36,014	30,252	96,732	1,762	2,968	11,176
	2,800	0,200	93,333	34,334	28,841	96,732	1,762	2,900	11,176
	2,600	0,400	86,667	31,882	26,781	96,732	1,762	2,800	11,176
	2,400	0,600	80,000	29,429	24,721	96,732	1,762	2,700	11,176
	2,200	0,800	73,333	26,977	22,661	96,732	1,762	2,600	11,176
	2,000	1,000	66,667	24,525	20,601	96,732	1,762	2,500	11,176
	1,800	1,200	60,000	22,072	18,541	96,732	1,762	2,400	11,176
	1,600	1,400	53,333	19,620	16,480	96,732	1,762	2,300	11,176
	1,400	1,600	46,667	17,167	14,420	96,732	1,762	2,200	11,176
	1,200	1,800	40,000	14,715	12,360	96,732	1,762	2,100	11,176
	1,000	2,000	33,333	12,262	10,300	96,732	1,762	2,000	11,176
	0,800	2,200	26,667	9,810	8,240	96,732	1,762	1,900	11,176
	0,600	2,400	20,000	7,357	6,180	96,732	1,762	1,800	11,176
	0,400	2,600	13,333	4,905	4,120	96,732	1,762	1,700	11,176
	0,200	2,800	6,667	2,452	2,060	96,732	1,762	1,600	11,176
	0,030	2,970	1,000	0,368	0,309	96,732	1,762	1,515	11,176
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	96,732	1,762	1,500	0,000

Tank Calibrations - DO DU 01 B

Fluid Type = Diesel Specific gravity = 0,84

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

**DO DU 01 B**

Trim: 0 m; Heel: 0 deg to starboard

- Sounding
- Ullage
- Capacity
- LCG
- TCG
- VCG
- FSM

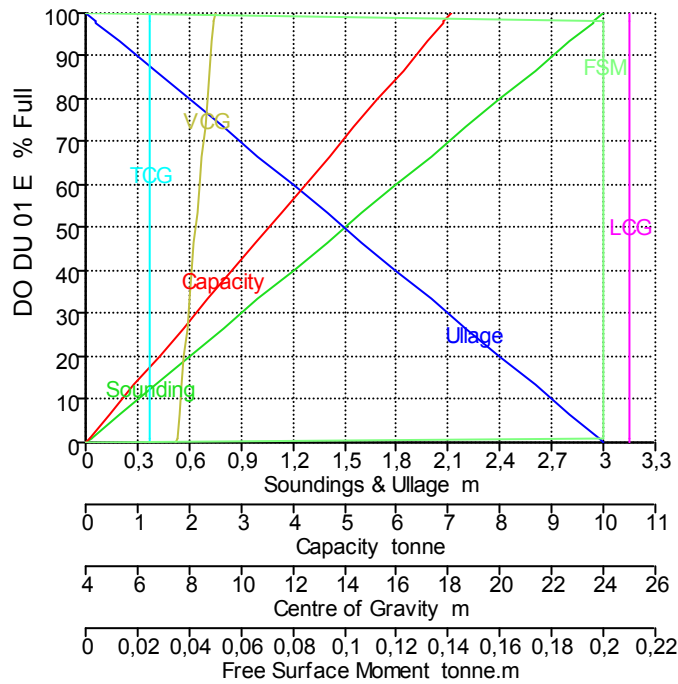
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
DO DU 01 B	3,000	0,000	100,000	8,408	7,063	24,960	-6,500	9,000	0,000
	2,940	0,060	98,000	8,240	6,922	24,960	-6,500	8,970	0,200
	2,937	0,063	97,900	8,232	6,915	24,960	-6,500	8,968	0,200
	2,800	0,200	93,333	7,848	6,592	24,960	-6,500	8,900	0,200
	2,600	0,400	86,667	7,287	6,121	24,960	-6,500	8,800	0,200
	2,400	0,600	80,000	6,727	5,650	24,960	-6,500	8,700	0,200
	2,200	0,800	73,333	6,166	5,180	24,960	-6,500	8,600	0,200
	2,000	1,000	66,667	5,606	4,709	24,960	-6,500	8,500	0,200
	1,800	1,200	60,000	5,045	4,238	24,960	-6,500	8,400	0,200
	1,600	1,400	53,333	4,484	3,767	24,960	-6,500	8,300	0,200
	1,400	1,600	46,667	3,924	3,296	24,960	-6,500	8,200	0,200
	1,200	1,800	40,000	3,363	2,825	24,960	-6,500	8,100	0,200
	1,000	2,000	33,333	2,803	2,354	24,960	-6,500	8,000	0,200
	0,800	2,200	26,667	2,242	1,883	24,960	-6,500	7,900	0,200
	0,600	2,400	20,000	1,682	1,413	24,960	-6,500	7,800	0,200
	0,400	2,600	13,333	1,121	0,942	24,960	-6,500	7,700	0,200
	0,200	2,800	6,667	0,561	0,471	24,960	-6,500	7,600	0,200
	0,030	2,970	1,000	0,084	0,071	24,960	-6,500	7,515	0,200
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	24,960	-6,500	7,500	0,000

Tank Calibrations - DO DU 01 E

Fluid Type = Diesel Specific gravity = 0,84

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



DO DU 01 E
 Trim: 0 m; Heel: 0 deg to starboard

- Sounding
- Ullage
- Capacity
- LCG
- TCG
- VCG
- FSM

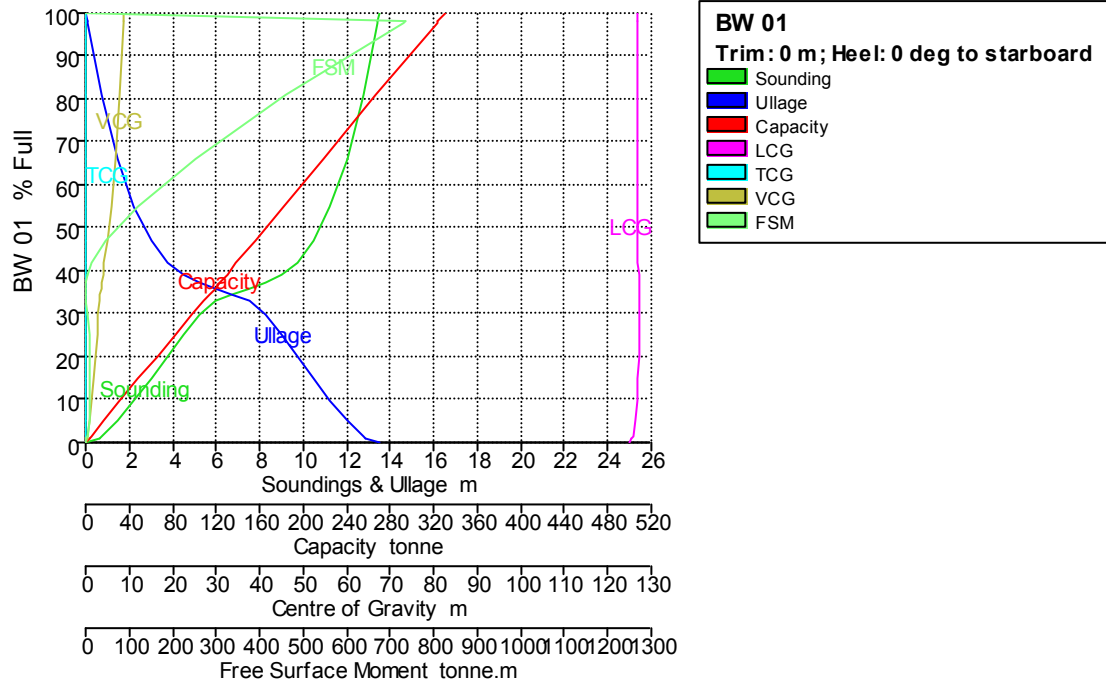
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
DO DU 01 E	3,000	0,000	100,000	8,408	7,063	24,960	6,500	9,000	0,000
	2,940	0,060	98,000	8,240	6,922	24,960	6,500	8,970	0,200
	2,937	0,063	97,900	8,232	6,915	24,960	6,500	8,968	0,200
	2,800	0,200	93,333	7,848	6,592	24,960	6,500	8,900	0,200
	2,600	0,400	86,667	7,287	6,121	24,960	6,500	8,800	0,200
	2,400	0,600	80,000	6,727	5,650	24,960	6,500	8,700	0,200
	2,200	0,800	73,333	6,166	5,180	24,960	6,500	8,600	0,200
	2,000	1,000	66,667	5,606	4,709	24,960	6,500	8,500	0,200
	1,800	1,200	60,000	5,045	4,238	24,960	6,500	8,400	0,200
	1,600	1,400	53,333	4,484	3,767	24,960	6,500	8,300	0,200
	1,400	1,600	46,667	3,924	3,296	24,960	6,500	8,200	0,200
	1,200	1,800	40,000	3,363	2,825	24,960	6,500	8,100	0,200
	1,000	2,000	33,333	2,803	2,354	24,960	6,500	8,000	0,200
	0,800	2,200	26,667	2,242	1,883	24,960	6,500	7,900	0,200
	0,600	2,400	20,000	1,682	1,413	24,960	6,500	7,800	0,200
	0,400	2,600	13,333	1,121	0,942	24,960	6,500	7,700	0,200
	0,200	2,800	6,667	0,561	0,471	24,960	6,500	7,600	0,200
	0,030	2,970	1,000	0,084	0,071	24,960	6,500	7,515	0,200
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	24,960	6,500	7,500	0,000

Tank Calibrations - BW 01

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



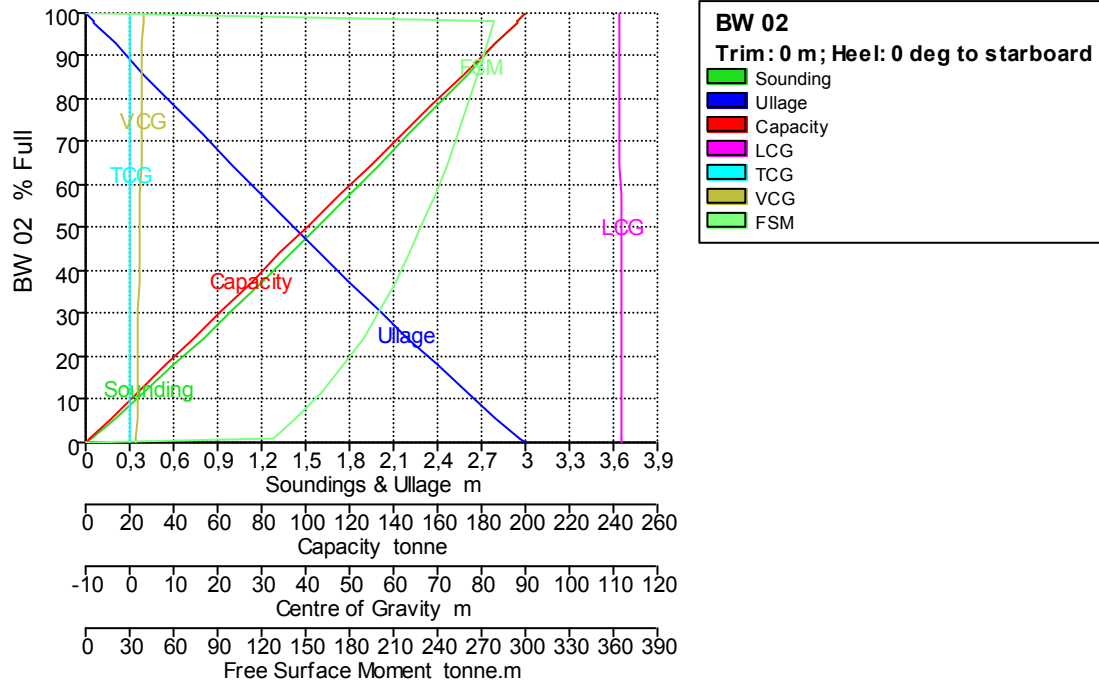
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 01	13,500	0,000	100,000	321,993	330,042	126,791	0,000	8,807	0,000
	13,428	0,072	98,000	315,553	323,442	126,781	0,000	8,712	734,198
	13,425	0,075	97,900	315,231	323,111	126,780	0,000	8,707	732,476
	12,750	0,750	80,952	260,659	267,175	126,697	0,000	7,794	458,724
	12,000	1,500	66,098	212,831	218,152	126,673	0,000	6,760	250,862
	11,250	2,250	54,938	176,896	181,319	126,720	0,000	5,768	121,113
	10,500	3,000	47,045	151,482	155,269	126,830	0,000	4,907	48,162
	9,750	3,750	41,987	135,194	138,574	126,970	0,000	4,274	13,559
	9,000	4,500	39,254	126,393	129,553	127,090	0,000	3,916	3,203
	8,250	5,250	37,407	120,447	123,458	127,194	0,000	3,683	1,837
	7,500	6,000	35,914	115,640	118,531	127,293	0,000	3,508	1,202
	6,750	6,750	34,641	111,541	114,330	127,386	0,000	3,375	0,854
	6,000	7,500	32,882	105,877	108,524	127,429	0,000	3,216	1,203
	5,250	8,250	29,673	95,543	97,932	127,387	0,000	2,959	3,704
	4,500	9,000	25,197	81,133	83,162	127,272	0,000	2,621	7,211
	3,750	9,750	20,036	64,515	66,128	127,101	0,000	2,235	9,764
	3,000	10,500	14,737	47,453	48,639	126,882	0,000	1,825	10,311
	2,250	11,250	9,650	31,072	31,849	126,595	0,000	1,401	9,889
	1,500	12,000	5,011	16,134	16,537	126,196	0,000	0,954	8,149
	0,750	12,750	1,490	4,797	4,917	125,736	0,000	0,487	3,147
	0,603	12,897	1,000	3,220	3,300	125,628	0,000	0,393	2,128
	0,000	13,500	0,000	0,000	0,000	125,096	0,000	0,000	0,000

Tank Calibrations - BW 02

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



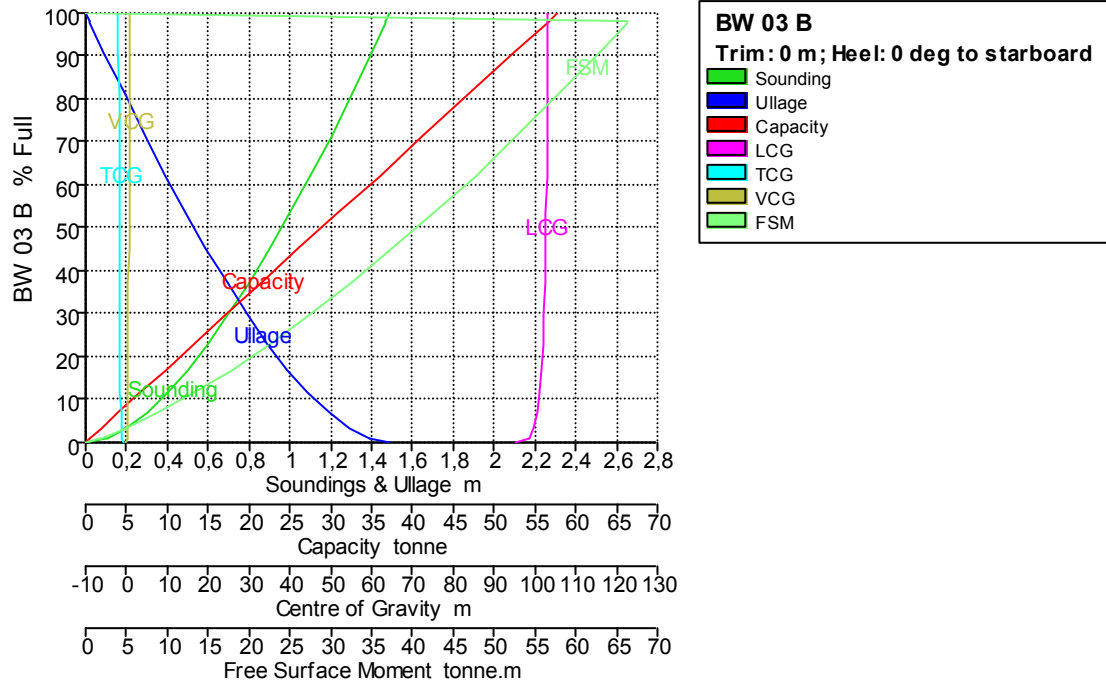
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 02	3,000	0,000	100,000	195,511	200,399	111,534	0,000	3,051	0,000
	2,944	0,056	98,000	191,601	196,391	111,536	0,000	3,022	278,728
	2,941	0,059	97,900	191,406	196,191	111,537	0,000	3,021	278,640
	2,800	0,200	92,851	181,533	186,072	111,544	0,000	2,947	274,161
	2,600	0,400	85,742	167,635	171,826	111,554	0,000	2,844	267,715
	2,400	0,600	78,674	153,817	157,663	111,564	0,000	2,740	261,015
	2,200	0,800	71,652	140,088	143,590	111,574	0,000	2,636	253,892
	2,000	1,000	64,681	126,459	129,621	111,583	0,000	2,532	246,273
	1,800	1,200	57,768	112,943	115,766	111,593	0,000	2,428	238,153
	1,600	1,400	50,918	99,551	102,040	111,602	0,000	2,324	229,551
	1,400	1,600	44,140	86,298	88,456	111,610	0,000	2,220	220,521
	1,200	1,800	37,439	73,198	75,028	111,617	0,000	2,116	210,978
	1,000	2,000	30,829	60,275	61,782	111,623	0,000	2,013	200,624
	0,800	2,200	24,328	47,565	48,754	111,627	0,000	1,909	189,041
	0,600	2,400	17,961	35,117	35,994	111,630	0,000	1,806	175,803
	0,400	2,600	11,760	22,992	23,567	111,632	0,000	1,703	160,638
	0,200	2,800	5,760	11,261	11,543	111,634	0,000	1,601	143,701
	0,035	2,965	1,000	1,955	2,004	111,636	0,000	1,518	128,646
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	111,636	0,000	1,500	0,000

Tank Calibrations - BW 03 B

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



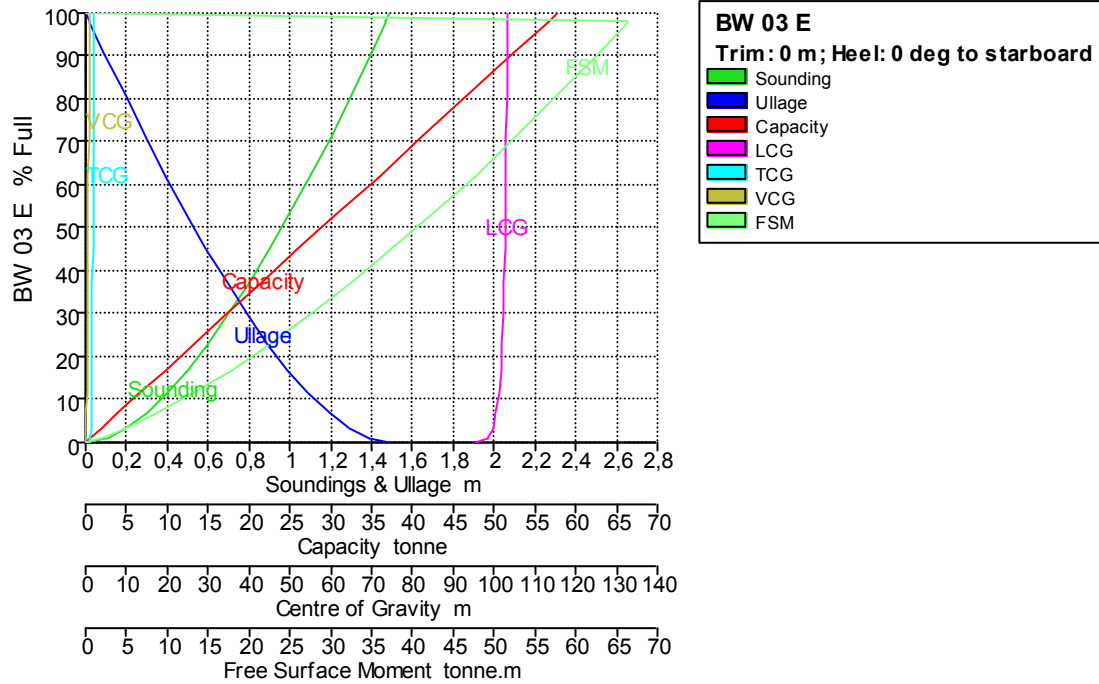
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 03 B	1,491	0,000	100,000	56,434	57,845	103,193	-1,961	0,927	0,000
	1,472	0,019	98,000	55,306	56,688	103,180	-1,955	0,915	66,392
	1,471	0,020	97,900	55,249	56,630	103,180	-1,954	0,915	66,344
	1,400	0,091	90,670	51,169	52,448	103,128	-1,932	0,872	62,799
	1,300	0,191	80,771	45,582	46,722	103,048	-1,898	0,813	57,780
	1,200	0,291	71,219	40,192	41,197	102,956	-1,863	0,753	52,727
	1,100	0,391	62,042	35,013	35,889	102,849	-1,826	0,693	47,656
	1,000	0,491	53,272	30,064	30,815	102,725	-1,786	0,632	42,569
	0,900	0,591	44,942	25,363	25,997	102,579	-1,745	0,572	37,497
	0,800	0,691	37,091	20,932	21,455	102,404	-1,700	0,511	32,455
	0,700	0,791	29,764	16,797	17,217	102,190	-1,652	0,450	27,472
	0,600	0,891	23,014	12,988	13,313	101,924	-1,601	0,389	22,580
	0,500	0,991	16,906	9,541	9,779	101,583	-1,545	0,327	17,815
	0,400	1,091	11,518	6,500	6,663	101,131	-1,484	0,265	13,224
	0,300	1,191	6,958	3,927	4,025	100,515	-1,415	0,202	8,872
	0,200	1,291	3,375	1,905	1,952	99,712	-1,329	0,139	4,963
	0,104	1,387	1,000	0,564	0,578	98,511	-1,211	0,078	1,940
	0,100	1,391	0,925	0,522	0,535	98,441	-1,204	0,075	1,829
	0,000	1,491	0,000	0,000	0,000	95,273	-0,752	0,009	0,000

Tank Calibrations - BW 03 E

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



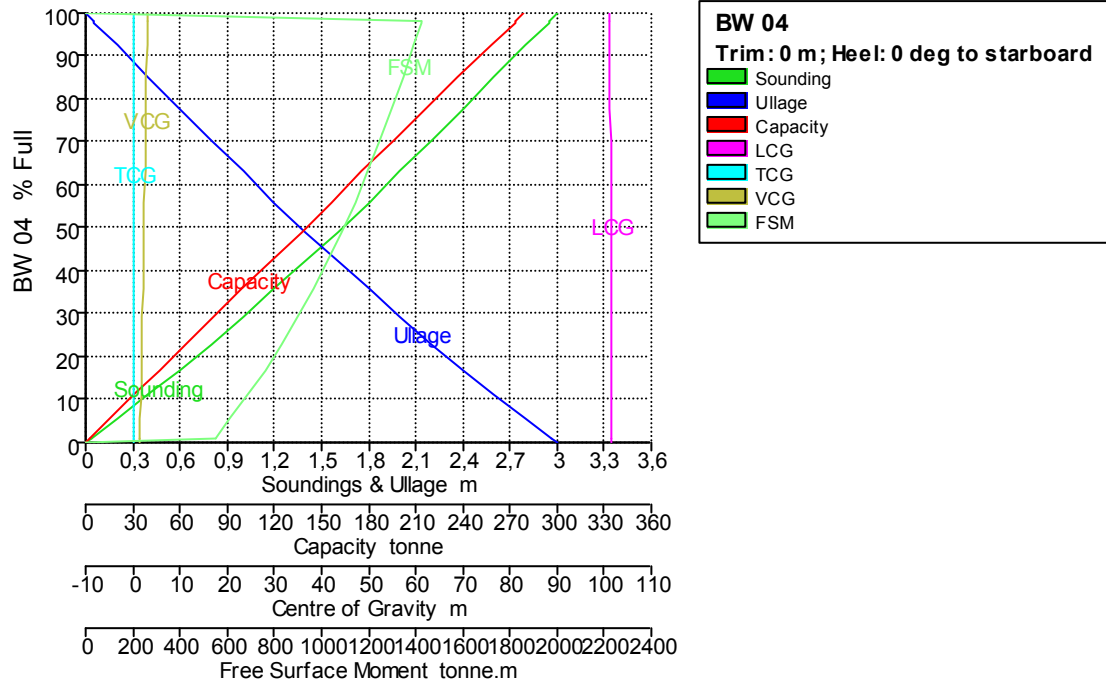
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 03 E	1,491	0,000	100,000	56,434	57,845	103,193	1,961	0,927	0,000
	1,472	0,019	98,000	55,306	56,688	103,180	1,955	0,915	66,392
	1,471	0,020	97,900	55,249	56,630	103,180	1,954	0,915	66,344
	1,400	0,091	90,670	51,169	52,448	103,128	1,932	0,872	62,799
	1,300	0,191	80,771	45,582	46,722	103,048	1,898	0,813	57,780
	1,200	0,291	71,219	40,192	41,197	102,956	1,863	0,753	52,727
	1,100	0,391	62,042	35,013	35,889	102,849	1,826	0,693	47,656
	1,000	0,491	53,272	30,064	30,815	102,725	1,786	0,632	42,569
	0,900	0,591	44,942	25,363	25,997	102,579	1,745	0,572	37,497
	0,800	0,691	37,091	20,932	21,455	102,404	1,700	0,511	32,455
	0,700	0,791	29,764	16,797	17,217	102,190	1,652	0,450	27,472
	0,600	0,891	23,014	12,988	13,313	101,924	1,601	0,389	22,580
	0,500	0,991	16,906	9,541	9,779	101,583	1,545	0,327	17,815
	0,400	1,091	11,518	6,500	6,663	101,131	1,484	0,265	13,224
	0,300	1,191	6,958	3,927	4,025	100,515	1,415	0,202	8,872
	0,200	1,291	3,375	1,905	1,952	99,712	1,329	0,139	4,963
	0,104	1,387	1,000	0,564	0,578	98,511	1,211	0,078	1,940
	0,100	1,391	0,925	0,522	0,535	98,441	1,204	0,075	1,829
	0,000	1,491	0,000	0,000	0,000	95,273	0,752	0,009	0,000

Tank Calibrations - BW 04

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



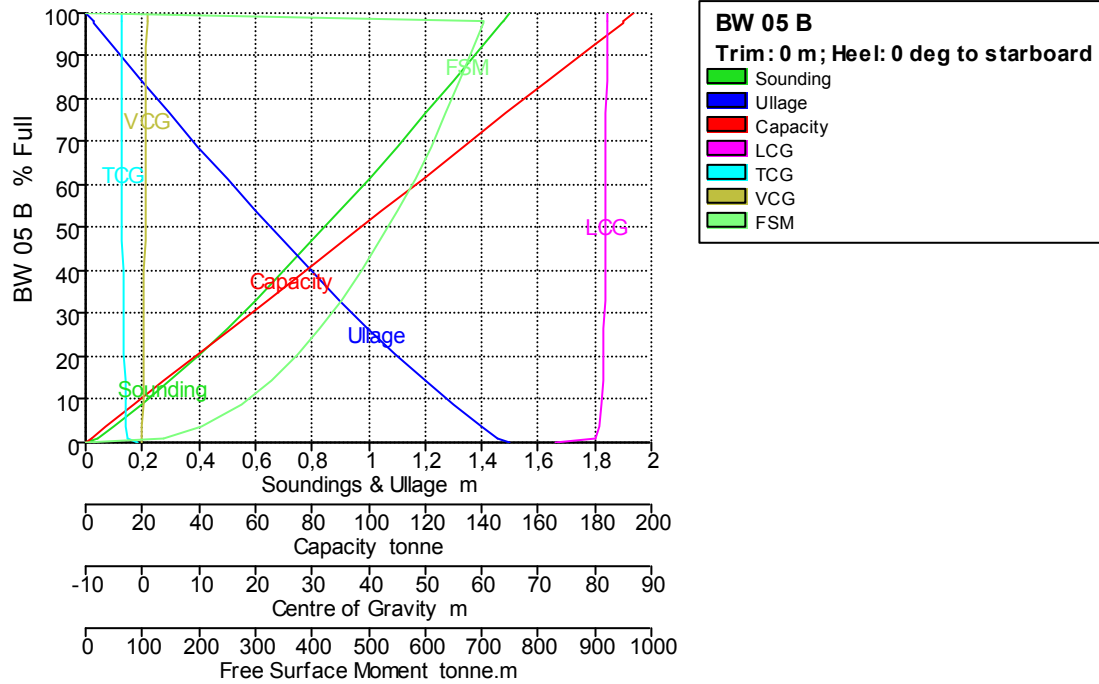
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 04	3,000	0,000	100,000	272,054	278,855	101,274	0,000	3,088	0,000
	2,948	0,052	98,000	266,613	273,278	101,276	0,000	3,059	1422,693
	2,945	0,055	97,900	266,341	272,999	101,276	0,000	3,058	1422,141
	2,800	0,200	92,410	251,405	257,690	101,282	0,000	2,980	1391,248
	2,600	0,400	84,912	231,005	236,780	101,290	0,000	2,872	1346,761
	2,400	0,600	77,512	210,874	216,146	101,300	0,000	2,764	1299,674
	2,200	0,800	70,219	191,032	195,808	101,310	0,000	2,657	1249,920
	2,000	1,000	63,040	171,503	175,791	101,321	0,000	2,549	1197,661
	1,800	1,200	55,985	152,309	156,117	101,332	0,000	2,442	1143,030
	1,600	1,400	49,062	133,475	136,812	101,345	0,000	2,335	1086,021
	1,400	1,600	42,282	115,029	117,905	101,359	0,000	2,228	1026,496
	1,200	1,800	35,655	97,002	99,427	101,374	0,000	2,122	964,312
	1,000	2,000	29,197	79,430	81,416	101,391	0,000	2,016	899,327
	0,800	2,200	22,920	62,355	63,913	101,409	0,000	1,911	831,465
	0,600	2,400	16,842	45,819	46,965	101,430	0,000	1,807	760,928
	0,400	2,600	10,981	29,873	30,620	101,452	0,000	1,703	687,833
	0,200	2,800	5,358	14,576	14,940	101,476	0,000	1,601	612,138
	0,038	2,962	1,000	2,721	2,789	101,498	0,000	1,519	548,870
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	101,503	0,000	1,500	0,000

Tank Calibrations - BW 05 B

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



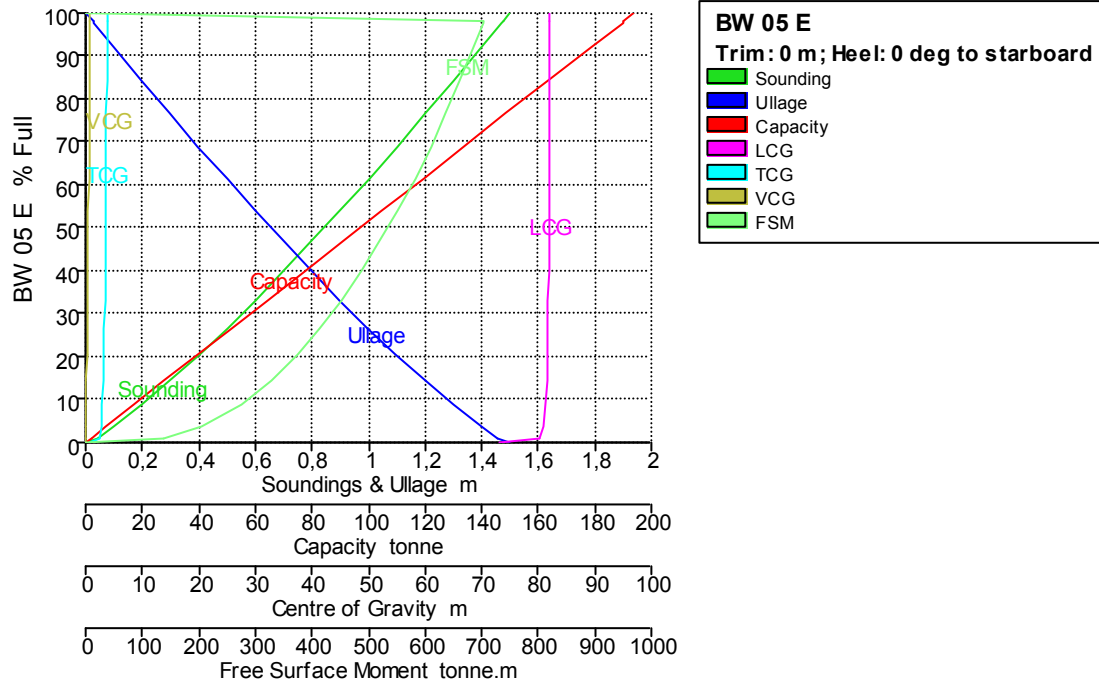
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 05 B	1,499	0,000	100,000	189,169	193,898	82,133	-3,800	0,821	0,000
	1,474	0,025	98,000	185,386	190,020	82,126	-3,791	0,808	704,226
	1,472	0,026	97,900	185,196	189,826	82,126	-3,791	0,807	703,941
	1,400	0,099	92,132	174,285	178,642	82,106	-3,765	0,768	686,888
	1,300	0,199	84,267	159,407	163,392	82,076	-3,727	0,713	662,312
	1,200	0,299	76,521	144,753	148,372	82,044	-3,686	0,659	636,641
	1,100	0,399	68,902	130,340	133,599	82,009	-3,643	0,604	609,636
	1,000	0,499	61,420	116,188	119,092	81,970	-3,597	0,550	581,378
	0,900	0,599	54,088	102,318	104,875	81,927	-3,547	0,495	551,602
	0,800	0,699	46,919	88,756	90,975	81,879	-3,493	0,441	520,383
	0,700	0,799	39,929	75,532	77,421	81,823	-3,434	0,386	487,349
	0,600	0,899	33,137	62,685	64,252	81,759	-3,369	0,332	452,448
	0,500	0,999	26,569	50,259	51,516	81,682	-3,294	0,278	415,036
	0,400	1,099	20,257	38,319	39,277	81,588	-3,208	0,223	374,399
	0,300	1,199	14,249	26,954	27,628	81,464	-3,104	0,169	328,951
	0,200	1,299	8,620	16,307	16,715	81,283	-2,969	0,115	275,480
	0,100	1,399	3,520	6,659	6,825	80,917	-2,759	0,061	204,494
	0,043	1,456	1,000	1,892	1,939	80,055	-2,509	0,030	139,341
	0,000	1,499	0,000	0,000	0,000	73,139	-0,764	0,001	0,000

Tank Calibrations - BW 05 E

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



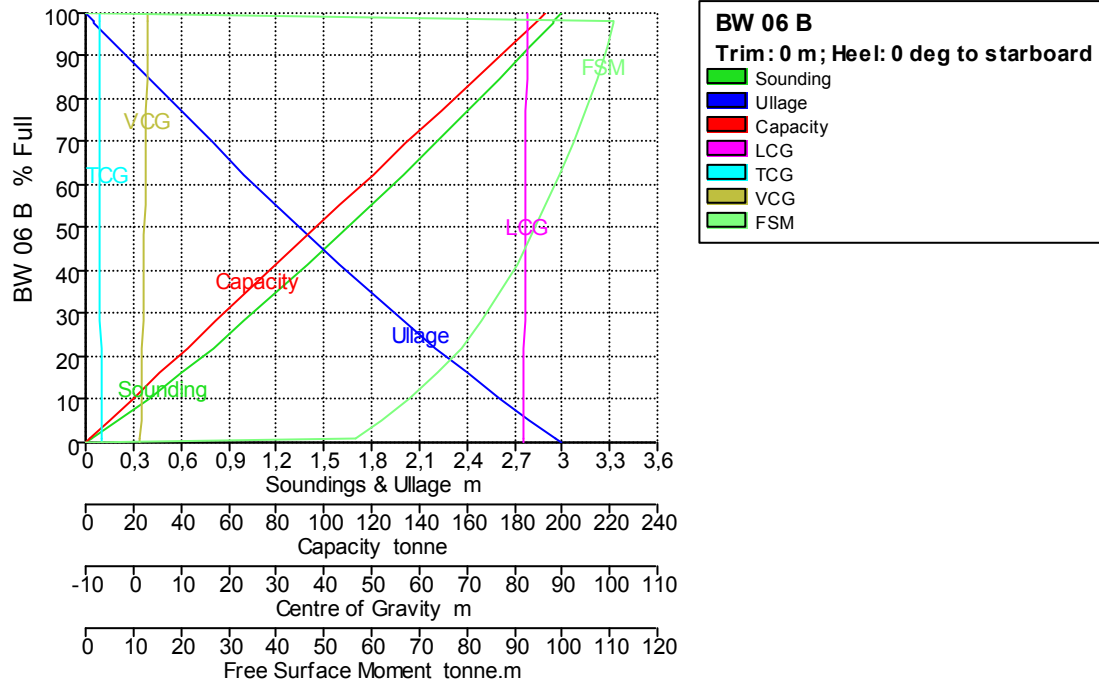
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 05 E	1,499	0,000	100,000	189,169	193,898	82,133	3,800	0,821	0,000
	1,474	0,025	98,000	185,386	190,020	82,126	3,791	0,808	704,226
	1,472	0,026	97,900	185,196	189,826	82,126	3,791	0,807	703,941
	1,400	0,099	92,132	174,285	178,642	82,106	3,765	0,768	686,888
	1,300	0,199	84,267	159,407	163,392	82,076	3,727	0,713	662,312
	1,200	0,299	76,521	144,753	148,372	82,044	3,686	0,659	636,641
	1,100	0,399	68,902	130,340	133,599	82,009	3,643	0,604	609,636
	1,000	0,499	61,420	116,188	119,092	81,970	3,597	0,550	581,378
	0,900	0,599	54,088	102,318	104,875	81,927	3,547	0,495	551,602
	0,800	0,699	46,919	88,756	90,975	81,879	3,493	0,441	520,383
	0,700	0,799	39,929	75,532	77,421	81,823	3,434	0,386	487,349
	0,600	0,899	33,137	62,685	64,252	81,759	3,369	0,332	452,448
	0,500	0,999	26,569	50,259	51,516	81,682	3,294	0,278	415,036
	0,400	1,099	20,257	38,319	39,277	81,588	3,208	0,223	374,399
	0,300	1,199	14,249	26,954	27,628	81,464	3,104	0,169	328,951
	0,200	1,299	8,620	16,307	16,715	81,283	2,969	0,115	275,480
	0,100	1,399	3,520	6,659	6,825	80,917	2,759	0,061	204,494
	0,043	1,456	1,000	1,892	1,939	80,055	2,509	0,030	139,341
	0,000	1,499	0,000	0,000	0,000	73,139	0,764	0,001	0,000

Tank Calibrations - BW 06 B

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



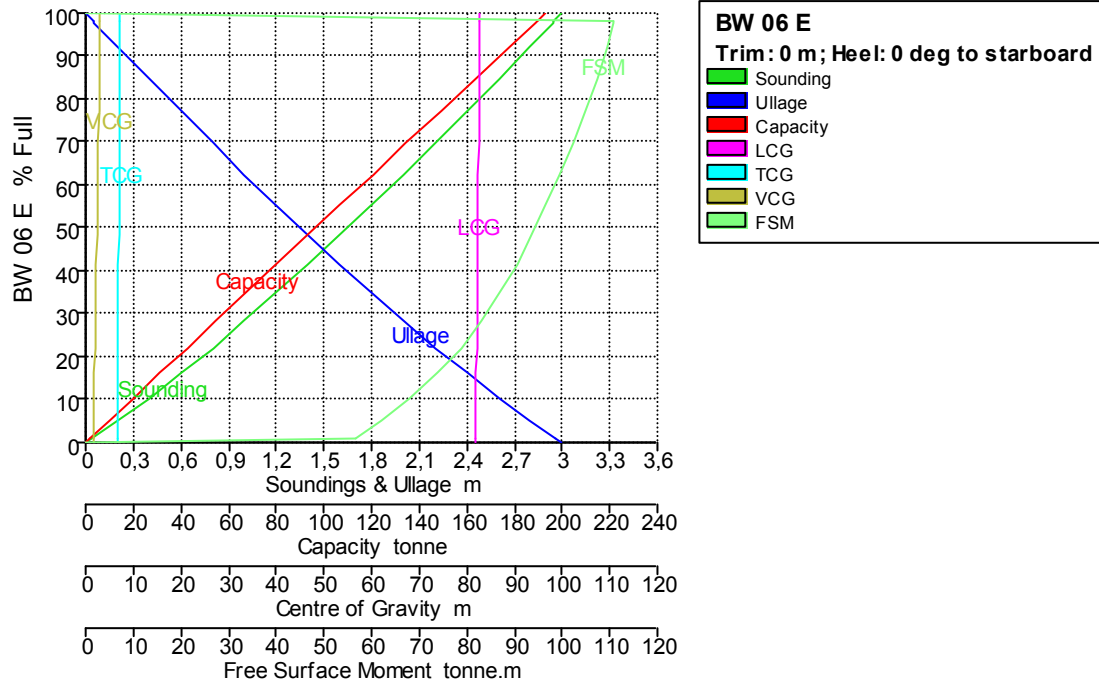
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 06 B	3,000	0,000	100,000	188,518	193,231	82,630	-7,026	3,106	0,000
	2,949	0,051	98,000	184,747	189,366	82,621	-7,023	3,078	110,966
	2,946	0,054	97,900	184,559	189,173	82,621	-7,023	3,076	110,941
	2,800	0,200	92,266	173,937	178,285	82,594	-7,014	2,997	109,445
	2,600	0,400	84,629	159,541	163,529	82,556	-7,001	2,888	107,230
	2,400	0,600	77,099	145,345	148,979	82,516	-6,987	2,780	104,834
	2,200	0,800	69,684	131,367	134,652	82,472	-6,973	2,671	102,272
	2,000	1,000	62,395	117,627	120,567	82,426	-6,957	2,563	99,558
	1,800	1,200	55,243	104,143	106,747	82,376	-6,941	2,454	96,694
	1,600	1,400	48,240	90,941	93,215	82,321	-6,924	2,346	93,676
	1,400	1,600	41,401	78,047	79,999	82,263	-6,906	2,238	90,474
	1,200	1,800	34,741	65,494	67,131	82,202	-6,887	2,130	87,005
	1,000	2,000	28,283	53,319	54,652	82,135	-6,866	2,023	83,105
	0,800	2,200	22,051	41,570	42,609	82,064	-6,843	1,916	78,688
	0,600	2,400	16,072	30,299	31,057	81,987	-6,819	1,810	73,711
	0,400	2,600	10,379	19,566	20,055	81,902	-6,794	1,705	68,136
	0,200	2,800	5,007	9,440	9,676	81,806	-6,768	1,601	61,969
	0,041	2,959	1,000	1,885	1,932	81,721	-6,746	1,521	56,643
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	81,698	-6,740	1,500	0,000

Tank Calibrations - BW 06 E

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



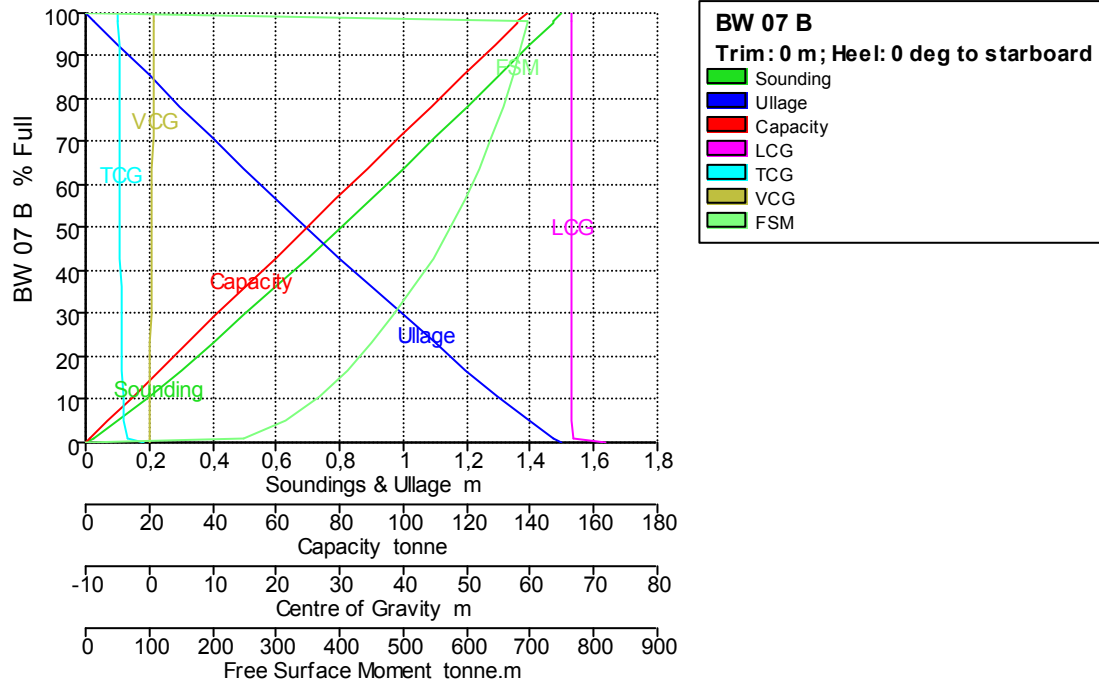
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 06 E	3,000	0,000	100,000	188,518	193,231	82,630	7,026	3,106	0,000
	2,949	0,051	98,000	184,747	189,366	82,621	7,023	3,078	110,966
	2,946	0,054	97,900	184,559	189,173	82,621	7,023	3,076	110,941
	2,800	0,200	92,266	173,937	178,285	82,594	7,014	2,997	109,445
	2,600	0,400	84,629	159,541	163,529	82,556	7,001	2,888	107,230
	2,400	0,600	77,099	145,345	148,979	82,516	6,987	2,780	104,834
	2,200	0,800	69,684	131,367	134,652	82,472	6,973	2,671	102,272
	2,000	1,000	62,395	117,627	120,567	82,426	6,957	2,563	99,558
	1,800	1,200	55,243	104,143	106,747	82,376	6,941	2,454	96,694
	1,600	1,400	48,240	90,941	93,215	82,321	6,924	2,346	93,676
	1,400	1,600	41,401	78,047	79,999	82,263	6,906	2,238	90,474
	1,200	1,800	34,741	65,494	67,131	82,202	6,887	2,130	87,005
	1,000	2,000	28,283	53,319	54,652	82,135	6,866	2,023	83,105
	0,800	2,200	22,051	41,570	42,609	82,064	6,843	1,916	78,688
	0,600	2,400	16,072	30,299	31,057	81,987	6,819	1,810	73,711
	0,400	2,600	10,379	19,566	20,055	81,902	6,794	1,705	68,136
	0,200	2,800	5,007	9,440	9,676	81,806	6,768	1,601	61,969
	0,041	2,959	1,000	1,885	1,932	81,721	6,746	1,521	56,643
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	81,698	6,740	1,500	0,000

Tank Calibrations - BW 07 B

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



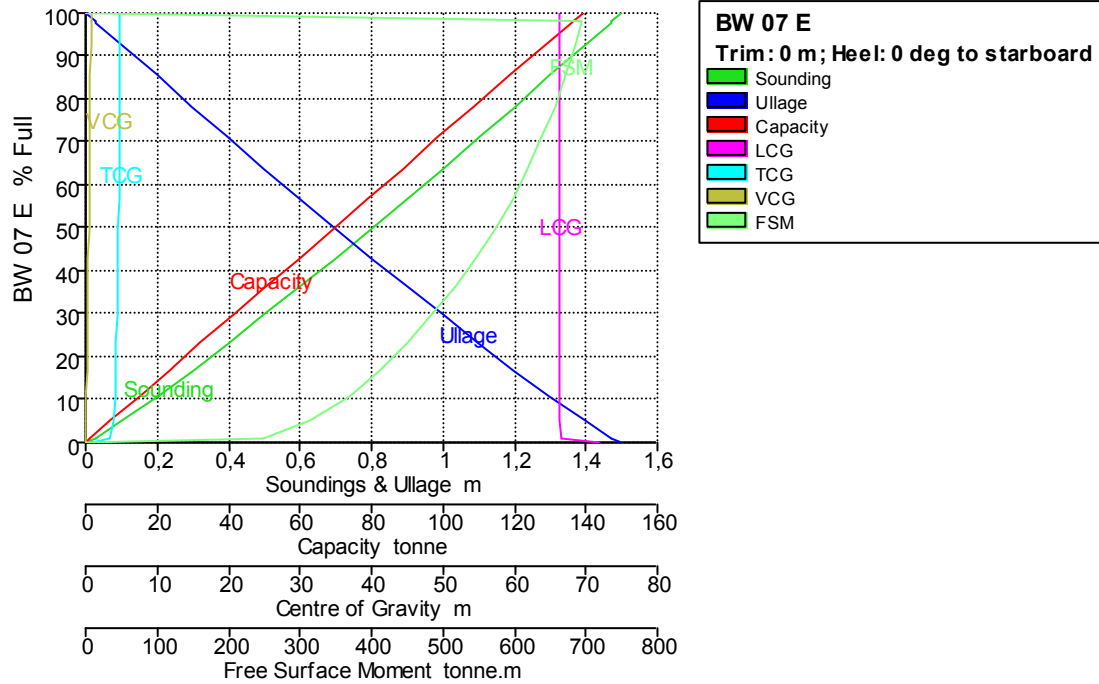
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 07 B	1,499	0,000	100,000	135,645	139,037	66,381	-4,836	0,790	0,000
	1,472	0,027	98,000	132,932	136,256	66,381	-4,828	0,775	695,056
	1,470	0,028	97,900	132,797	136,117	66,381	-4,828	0,775	694,895
	1,400	0,099	92,738	125,795	128,939	66,381	-4,807	0,738	686,401
	1,300	0,199	85,419	115,867	118,764	66,381	-4,775	0,685	672,105
	1,200	0,299	78,155	106,013	108,664	66,381	-4,740	0,633	656,601
	1,100	0,399	70,951	96,242	98,648	66,381	-4,703	0,580	638,881
	1,000	0,499	63,818	86,567	88,731	66,381	-4,662	0,527	619,394
	0,900	0,599	56,764	76,997	78,922	66,381	-4,618	0,475	597,391
	0,800	0,699	49,801	67,552	69,241	66,382	-4,569	0,422	573,453
	0,700	0,799	42,940	58,246	59,702	66,383	-4,516	0,369	546,074
	0,600	0,899	36,197	49,099	50,327	66,385	-4,458	0,317	516,971
	0,500	0,999	29,587	40,134	41,137	66,386	-4,393	0,264	484,593
	0,400	1,099	23,128	31,372	32,156	66,389	-4,318	0,212	449,746
	0,300	1,199	16,839	22,842	23,413	66,393	-4,229	0,160	411,675
	0,200	1,299	10,755	14,588	14,953	66,402	-4,114	0,108	368,229
	0,100	1,399	4,931	6,689	6,856	66,428	-3,924	0,056	314,545
	0,028	1,470	1,000	1,356	1,390	66,637	-3,349	0,019	249,349
	0,000	1,499	0,000	0,000	0,000	71,884	-0,764	0,001	0,000

Tank Calibrations - BW 07 E

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



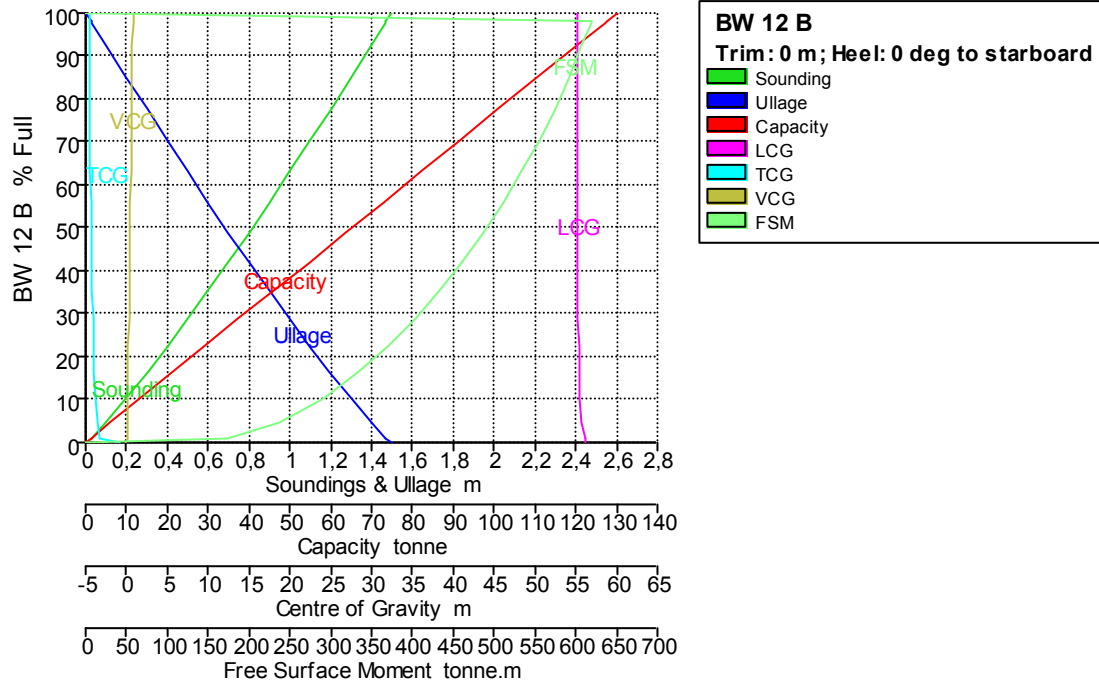
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 07 E	1,499	0,000	100,000	135,645	139,037	66,381	4,836	0,790	0,000
	1,472	0,027	98,000	132,932	136,256	66,381	4,828	0,775	695,056
	1,470	0,028	97,900	132,797	136,117	66,381	4,828	0,775	694,895
	1,400	0,099	92,738	125,795	128,939	66,381	4,807	0,738	686,401
	1,300	0,199	85,419	115,867	118,764	66,381	4,775	0,685	672,105
	1,200	0,299	78,155	106,013	108,664	66,381	4,740	0,633	656,601
	1,100	0,399	70,951	96,242	98,648	66,381	4,703	0,580	638,881
	1,000	0,499	63,818	86,567	88,731	66,381	4,662	0,527	619,394
	0,900	0,599	56,764	76,997	78,922	66,381	4,618	0,475	597,391
	0,800	0,699	49,801	67,552	69,241	66,382	4,569	0,422	573,453
	0,700	0,799	42,940	58,246	59,702	66,383	4,516	0,369	546,074
	0,600	0,899	36,197	49,099	50,327	66,385	4,458	0,317	516,971
	0,500	0,999	29,587	40,134	41,137	66,386	4,393	0,264	484,593
	0,400	1,099	23,128	31,372	32,156	66,389	4,318	0,212	449,746
	0,300	1,199	16,839	22,842	23,413	66,393	4,229	0,160	411,675
	0,200	1,299	10,755	14,588	14,953	66,402	4,114	0,108	368,229
	0,100	1,399	4,931	6,689	6,856	66,428	3,924	0,056	314,545
	0,028	1,470	1,000	1,356	1,390	66,637	3,349	0,019	249,349
	0,000	1,499	0,000	0,000	0,000	71,884	0,764	0,001	0,000

Tank Calibrations - BW 12 B

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



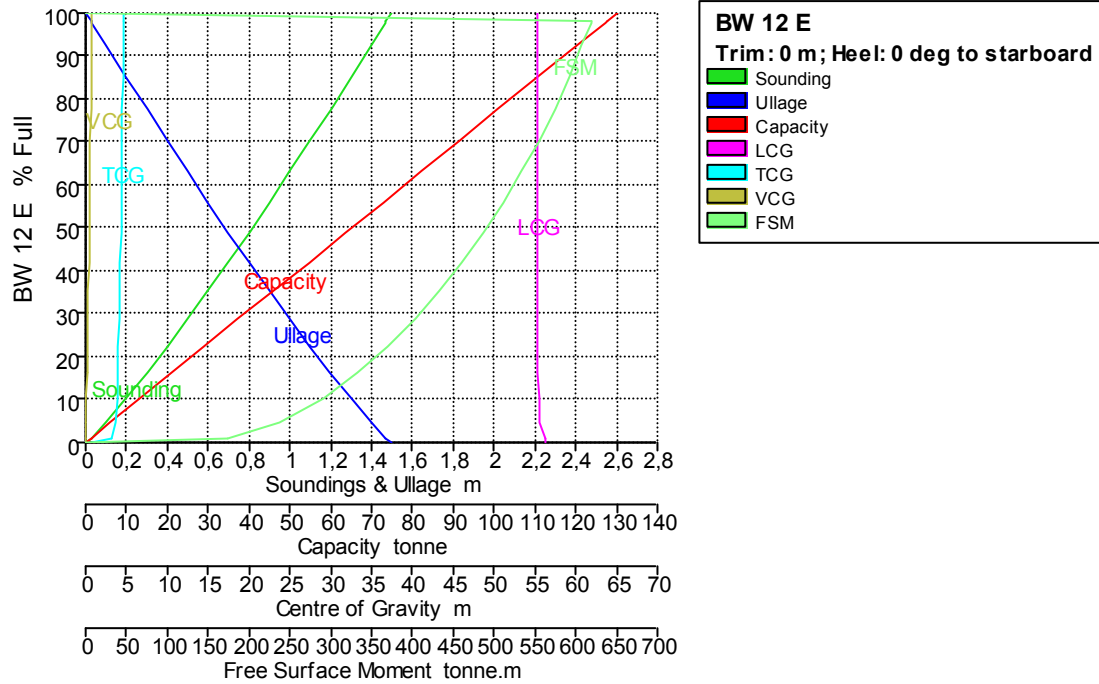
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 12 B	1,499	0,000	100,000	126,995	130,170	55,199	-4,610	0,799	0,000
	1,473	0,026	98,000	124,455	127,566	55,201	-4,601	0,785	618,809
	1,471	0,028	97,900	124,328	127,436	55,201	-4,601	0,784	618,620
	1,400	0,099	92,524	117,500	120,438	55,205	-4,576	0,746	608,033
	1,300	0,199	85,048	108,006	110,706	55,212	-4,539	0,693	591,750
	1,200	0,299	77,645	98,605	101,071	55,219	-4,500	0,640	574,288
	1,100	0,399	70,325	89,308	91,541	55,227	-4,458	0,587	554,946
	1,000	0,499	63,094	80,127	82,130	55,235	-4,412	0,533	534,270
	0,900	0,599	55,965	71,073	72,849	55,245	-4,363	0,480	511,542
	0,800	0,699	48,947	62,161	63,715	55,256	-4,310	0,427	487,339
	0,700	0,799	42,055	53,407	54,742	55,269	-4,251	0,374	460,887
	0,600	0,899	35,300	44,829	45,950	55,285	-4,186	0,321	432,749
	0,500	0,999	28,701	36,449	37,360	55,306	-4,113	0,268	402,651
	0,400	1,099	22,278	28,292	29,000	55,334	-4,029	0,215	369,949
	0,300	1,199	16,061	20,396	20,906	55,375	-3,928	0,162	333,817
	0,200	1,299	10,096	12,822	13,142	55,444	-3,796	0,109	291,760
	0,100	1,399	4,487	5,698	5,841	55,605	-3,590	0,057	236,720
	0,032	1,468	1,000	1,270	1,302	56,236	-3,229	0,020	172,593
	0,000	1,499	0,000	0,000	0,000	56,255	-0,770	0,001	0,000

Tank Calibrations - BW 12 E

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



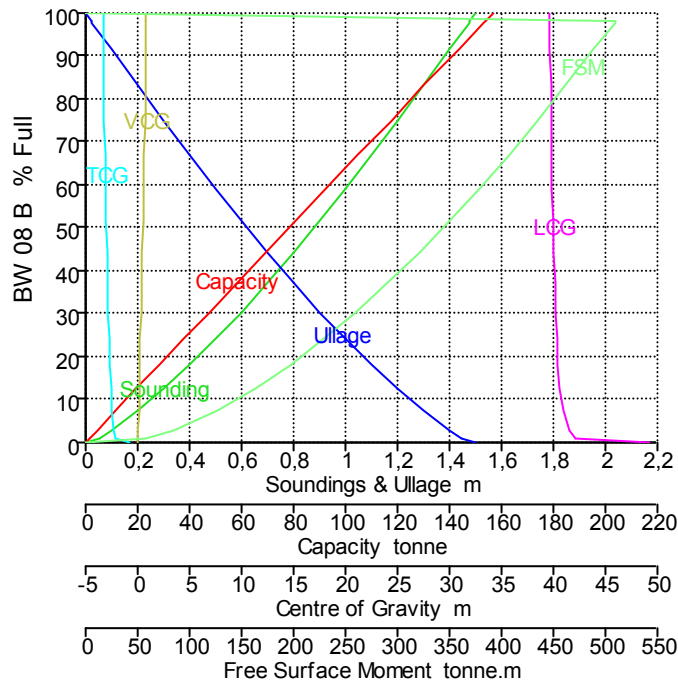
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 12 E	1,499	0,000	100,000	126,995	130,170	55,199	4,610	0,799	0,000
	1,473	0,026	98,000	124,455	127,566	55,201	4,601	0,785	618,809
	1,471	0,028	97,900	124,328	127,436	55,201	4,601	0,784	618,620
	1,400	0,099	92,524	117,500	120,438	55,205	4,576	0,746	608,033
	1,300	0,199	85,048	108,006	110,706	55,212	4,539	0,693	591,750
	1,200	0,299	77,645	98,605	101,071	55,219	4,500	0,640	574,288
	1,100	0,399	70,325	89,308	91,541	55,227	4,458	0,587	554,946
	1,000	0,499	63,094	80,127	82,130	55,235	4,412	0,533	534,270
	0,900	0,599	55,965	71,073	72,849	55,245	4,363	0,480	511,542
	0,800	0,699	48,947	62,161	63,715	55,256	4,310	0,427	487,339
	0,700	0,799	42,055	53,407	54,742	55,269	4,251	0,374	460,887
	0,600	0,899	35,300	44,829	45,950	55,285	4,186	0,321	432,749
	0,500	0,999	28,701	36,449	37,360	55,306	4,113	0,268	402,651
	0,400	1,099	22,278	28,292	29,000	55,334	4,029	0,215	369,949
	0,300	1,199	16,061	20,396	20,906	55,375	3,928	0,162	333,817
	0,200	1,299	10,096	12,822	13,142	55,444	3,796	0,109	291,760
	0,100	1,399	4,487	5,698	5,841	55,605	3,590	0,057	236,720
	0,032	1,468	1,000	1,270	1,302	56,236	3,229	0,020	172,593
	0,000	1,499	0,000	0,000	0,000	56,255	0,770	0,001	0,000

Tank Calibrations - BW 08 B

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

**BW 08 B**

Trim: 0 m; Heel: 0 deg to starboard

- Sounding
- Ullage
- Capacity
- LCG
- TCG
- VCG
- FSM

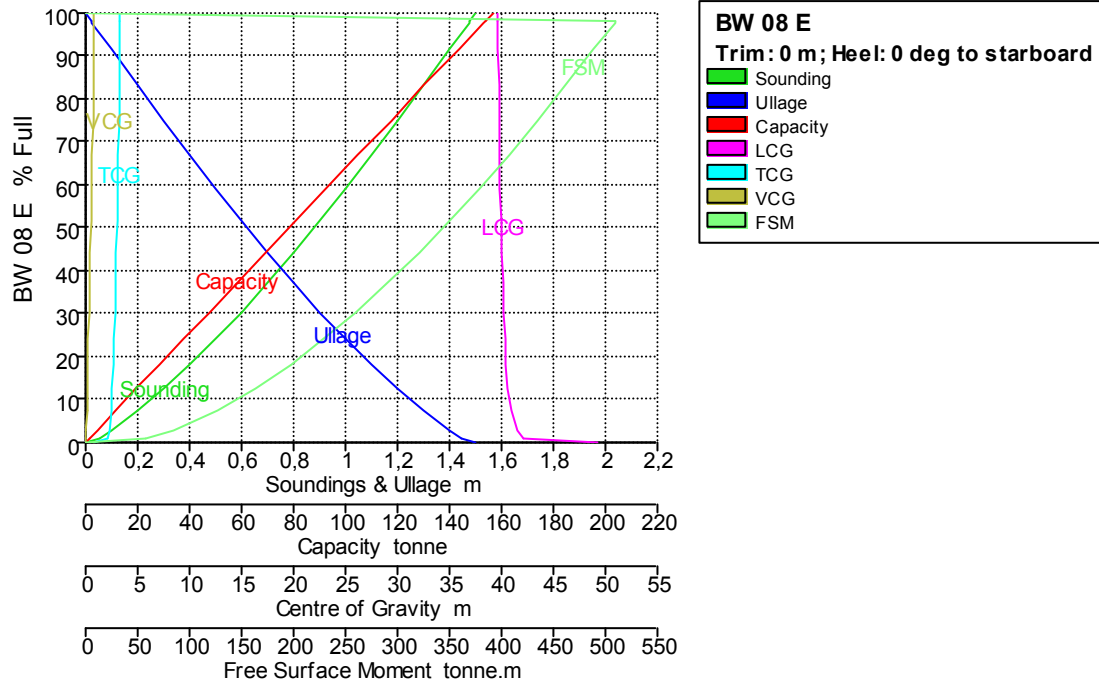
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 08 B	1,497	0,000	100,000	152,830	156,651	39,666	-3,338	0,850	0,000
	1,474	0,023	98,000	149,774	153,518	39,675	-3,328	0,837	509,117
	1,473	0,024	97,900	149,621	153,361	39,675	-3,327	0,836	508,812
	1,400	0,097	91,602	139,995	143,495	39,704	-3,293	0,795	489,297
	1,300	0,197	83,164	127,100	130,278	39,746	-3,245	0,738	462,207
	1,200	0,297	74,926	114,510	117,373	39,792	-3,195	0,681	434,694
	1,100	0,397	66,899	102,241	104,797	39,842	-3,142	0,625	406,753
	1,000	0,497	59,094	90,314	92,571	39,897	-3,086	0,568	378,436
	0,900	0,597	51,527	78,749	80,718	39,958	-3,026	0,512	349,691
	0,800	0,697	44,214	67,573	69,262	40,028	-2,963	0,455	320,471
	0,700	0,797	37,175	56,814	58,234	40,107	-2,895	0,399	290,778
	0,600	0,897	30,432	46,510	47,672	40,201	-2,821	0,343	260,473
	0,500	0,997	24,017	36,705	37,623	40,315	-2,739	0,287	229,356
	0,400	1,097	17,969	27,462	28,149	40,460	-2,647	0,231	197,124
	0,300	1,197	12,345	18,867	19,339	40,657	-2,540	0,175	163,159
	0,200	1,297	7,235	11,057	11,334	40,958	-2,411	0,119	126,671
	0,100	1,397	2,810	4,295	4,402	41,541	-2,228	0,063	85,019
	0,050	1,447	1,000	1,528	1,567	42,208	-2,067	0,036	57,766
	0,000	1,497	0,000	0,000	0,000	49,138	-0,755	0,003	0,000

Tank Calibrations - BW 08 E

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



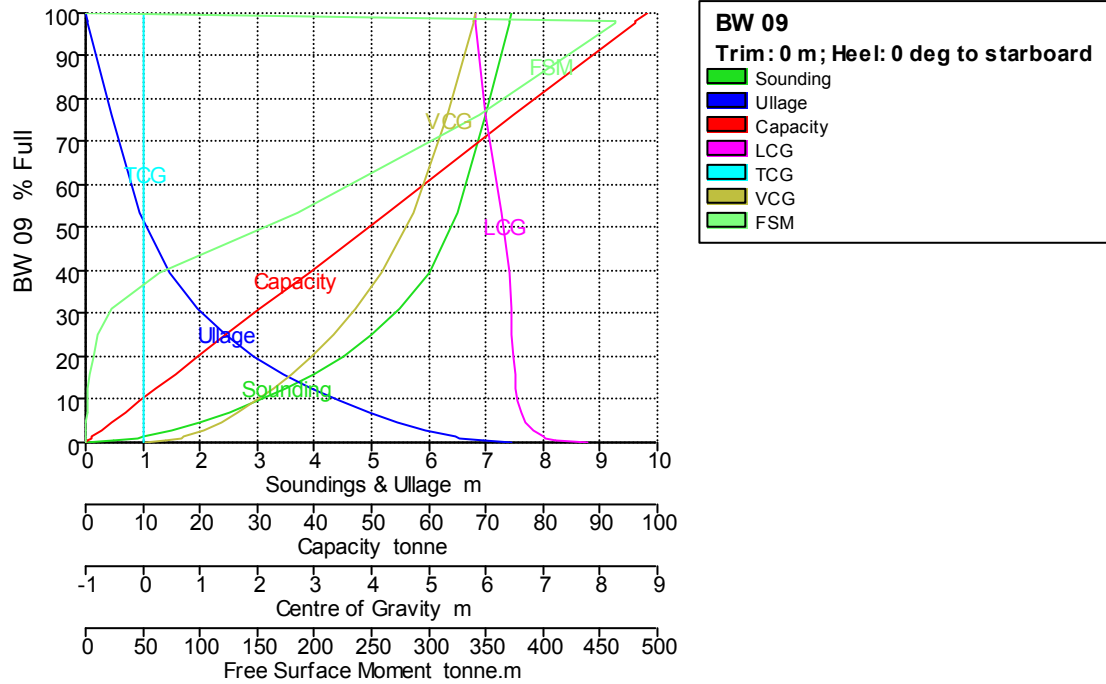
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 08 E	1,497	0,000	100,000	152,830	156,651	39,666	3,338	0,850	0,000
	1,474	0,023	98,000	149,774	153,518	39,675	3,328	0,837	509,117
	1,473	0,024	97,900	149,621	153,361	39,675	3,327	0,836	508,812
	1,400	0,097	91,602	139,995	143,495	39,704	3,293	0,795	489,297
	1,300	0,197	83,164	127,100	130,278	39,746	3,245	0,738	462,207
	1,200	0,297	74,926	114,510	117,373	39,792	3,195	0,681	434,694
	1,100	0,397	66,899	102,241	104,797	39,842	3,142	0,625	406,753
	1,000	0,497	59,094	90,314	92,571	39,897	3,086	0,568	378,436
	0,900	0,597	51,527	78,749	80,718	39,958	3,026	0,512	349,691
	0,800	0,697	44,214	67,573	69,262	40,028	2,963	0,455	320,471
	0,700	0,797	37,175	56,814	58,234	40,107	2,895	0,399	290,778
	0,600	0,897	30,432	46,510	47,672	40,201	2,821	0,343	260,473
	0,500	0,997	24,017	36,705	37,623	40,315	2,739	0,287	229,356
	0,400	1,097	17,969	27,462	28,149	40,460	2,647	0,231	197,124
	0,300	1,197	12,345	18,867	19,339	40,657	2,540	0,175	163,159
	0,200	1,297	7,235	11,057	11,334	40,958	2,411	0,119	126,671
	0,100	1,397	2,810	4,295	4,402	41,541	2,228	0,063	85,019
	0,050	1,447	1,000	1,528	1,567	42,208	2,067	0,036	57,766
	0,000	1,497	0,000	0,000	0,000	49,138	0,755	0,003	0,000

Tank Calibrations - BW 09

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



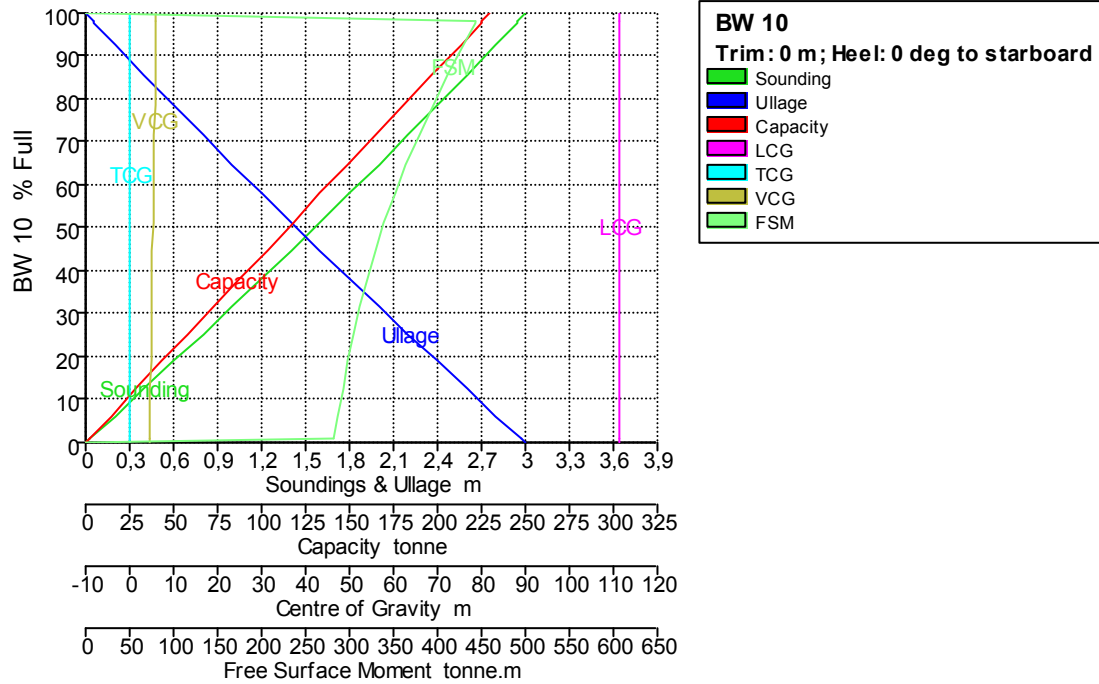
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 09	7,453	0,000	100,000	95,841	98,237	5,812	0,000	5,806	0,000
	7,416	0,036	98,000	93,925	96,273	5,824	0,000	5,772	463,910
	7,415	0,038	97,900	93,829	96,174	5,825	0,000	5,770	463,383
	7,000	0,453	76,208	73,039	74,865	5,990	0,000	5,346	343,668
	6,500	0,953	53,709	51,475	52,762	6,273	0,000	4,734	184,881
	6,000	1,453	39,691	38,040	38,991	6,400	0,000	4,173	64,703
	5,500	1,953	31,085	29,793	30,538	6,437	0,000	3,719	22,813
	5,000	2,453	24,891	23,856	24,452	6,461	0,000	3,323	11,167
	4,500	2,953	19,966	19,136	19,614	6,481	0,000	2,957	6,310
	4,000	3,453	15,904	15,242	15,624	6,501	0,000	2,613	3,701
	3,500	3,953	12,488	11,969	12,268	6,528	0,000	2,287	2,267
	3,000	4,453	9,550	9,153	9,381	6,567	0,000	1,975	1,496
	2,500	4,953	6,972	6,682	6,849	6,624	0,000	1,669	1,072
	2,000	5,453	4,709	4,513	4,626	6,702	0,000	1,364	0,776
	1,500	5,953	2,747	2,633	2,698	6,833	0,000	1,050	0,534
	1,000	6,453	1,234	1,182	1,212	6,997	0,000	0,728	0,299
	0,903	6,550	1,000	0,958	0,982	7,033	0,000	0,665	0,251
	0,500	6,953	0,281	0,270	0,276	7,204	0,000	0,397	0,073
	0,000	7,453	0,000	0,000	0,000	7,769	0,000	0,047	0,000

Tank Calibrations - BW 10

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



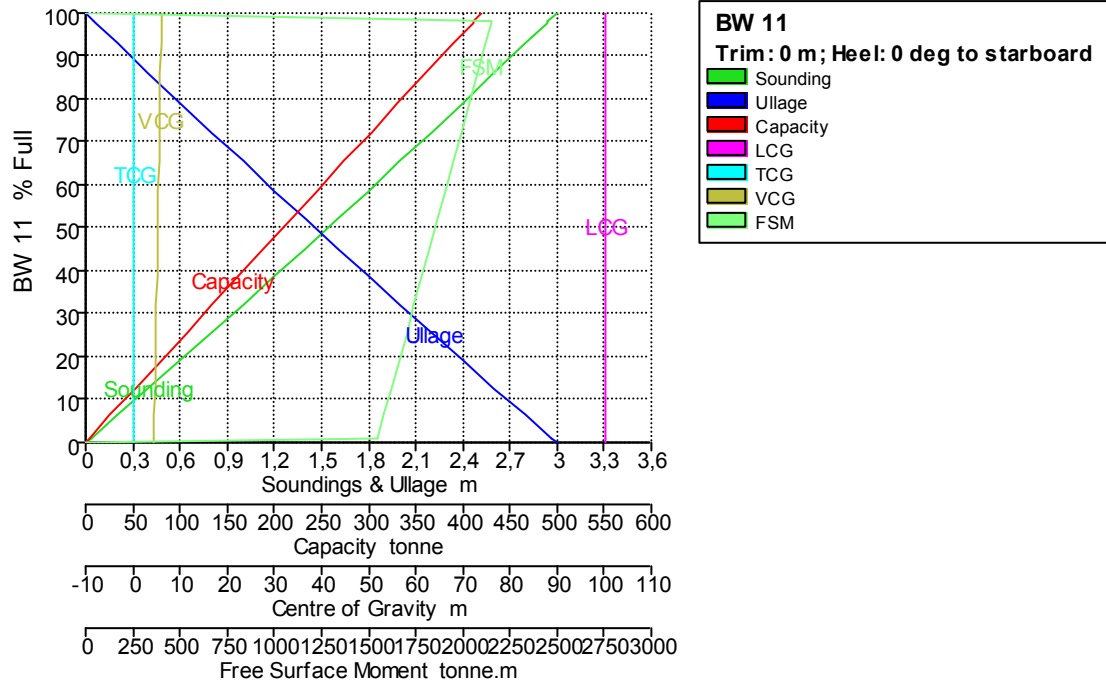
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 10	3,000	0,000	100,000	224,464	230,075	111,383	0,000	6,040	0,000
	2,945	0,055	98,000	219,974	225,474	111,382	0,000	6,011	443,127
	2,943	0,057	97,900	219,750	225,243	111,382	0,000	6,010	442,861
	2,800	0,200	92,730	208,145	213,348	111,380	0,000	5,934	429,368
	2,600	0,400	85,572	192,078	196,880	111,377	0,000	5,828	411,474
	2,400	0,600	78,522	176,253	180,659	111,375	0,000	5,722	394,727
	2,200	0,800	71,575	160,661	164,677	111,374	0,000	5,618	379,068
	2,000	1,000	64,727	145,289	148,922	111,373	0,000	5,514	364,591
	1,800	1,200	57,971	130,124	133,377	111,373	0,000	5,411	351,481
	1,600	1,400	51,298	115,145	118,024	111,373	0,000	5,308	339,744
	1,400	1,600	44,700	100,336	102,844	111,373	0,000	5,206	329,298
	1,200	1,800	38,170	85,677	87,819	111,375	0,000	5,104	320,056
	1,000	2,000	31,698	71,150	72,929	111,377	0,000	5,003	311,946
	0,800	2,200	25,277	56,738	58,157	111,379	0,000	4,902	304,896
	0,600	2,400	18,901	42,425	43,485	111,382	0,000	4,801	298,660
	0,400	2,600	12,563	28,200	28,905	111,386	0,000	4,700	292,712
	0,200	2,800	6,263	14,059	14,410	111,392	0,000	4,600	286,668
	0,032	2,968	1,000	2,245	2,301	111,397	0,000	4,516	281,478
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	111,398	0,000	4,500	0,000

Tank Calibrations - BW 11

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

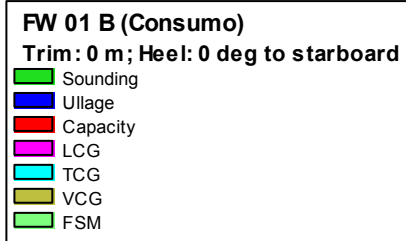
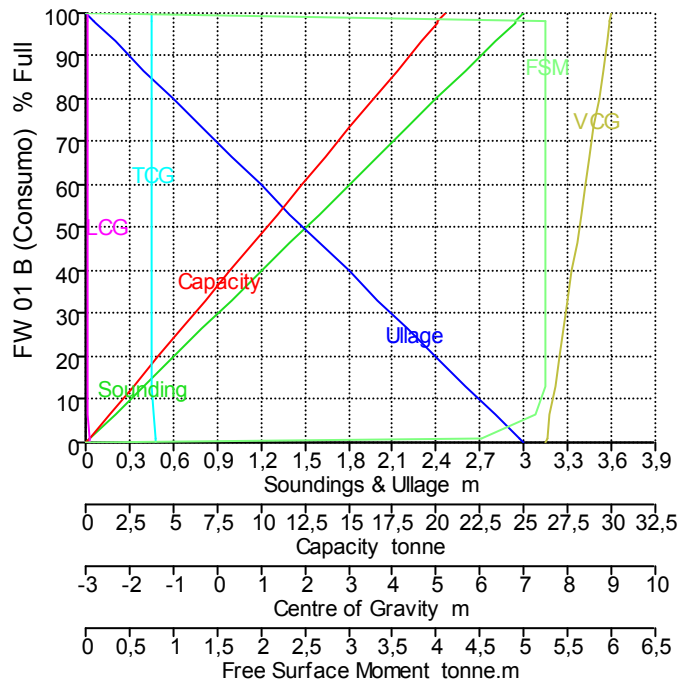
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
BW 11	3,000	0,000	100,000	409,213	419,443	100,339	0,000	6,029	0,000
	2,943	0,057	98,000	401,028	411,054	100,338	0,000	6,000	2154,770
	2,940	0,060	97,900	400,619	410,635	100,338	0,000	5,998	2154,124
	2,800	0,200	92,971	380,451	389,962	100,337	0,000	5,925	2122,333
	2,600	0,400	85,996	351,905	360,703	100,335	0,000	5,822	2077,739
	2,400	0,600	79,072	323,574	331,663	100,333	0,000	5,719	2033,913
	2,200	0,800	72,201	295,454	302,841	100,331	0,000	5,616	1990,827
	2,000	1,000	65,381	267,546	274,234	100,330	0,000	5,513	1948,447
	1,800	1,200	58,612	239,846	245,842	100,328	0,000	5,411	1906,746
	1,600	1,400	51,893	212,354	217,663	100,327	0,000	5,309	1865,581
	1,400	1,600	45,226	185,069	189,696	100,326	0,000	5,207	1824,714
	1,200	1,800	38,609	157,993	161,942	100,326	0,000	5,105	1783,991
	1,000	2,000	32,043	131,126	134,404	100,325	0,000	5,003	1743,369
	0,800	2,200	25,530	104,470	107,082	100,325	0,000	4,902	1702,854
	0,600	2,400	19,068	78,028	79,978	100,324	0,000	4,801	1662,469
	0,400	2,600	12,658	51,799	53,094	100,324	0,000	4,701	1622,207
	0,200	2,800	6,302	25,788	26,433	100,324	0,000	4,600	1581,798
	0,032	2,968	1,000	4,092	4,194	100,323	0,000	4,516	1547,318
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	100,323	0,000	4,500	0,000

Tank Calibrations - FW 01 B (Consumo)

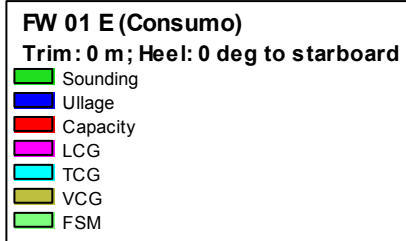
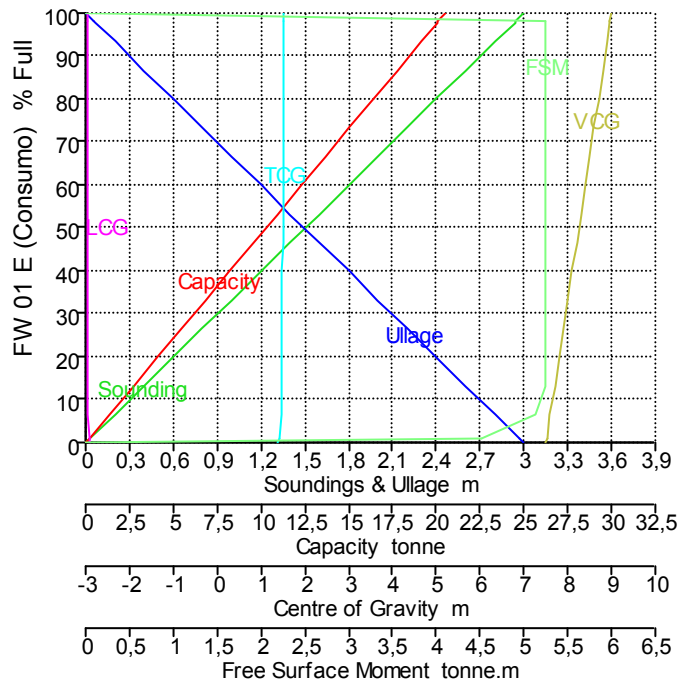
Fluid Type = Fresh Water Specific gravity = 1
 Permeability = 98 %
 Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
FW 01 B (Consumo)	3,000	0,000	100,000	20,513	20,513	-2,964	-1,497	9,004	0,000
	2,940	0,060	98,000	20,102	20,102	-2,964	-1,497	8,974	5,246
	2,937	0,063	97,900	20,082	20,082	-2,964	-1,497	8,972	5,246
	2,800	0,200	93,317	19,142	19,142	-2,963	-1,497	8,904	5,246
	2,600	0,400	86,633	17,771	17,771	-2,963	-1,496	8,804	5,246
	2,400	0,600	79,950	16,400	16,400	-2,963	-1,496	8,704	5,246
	2,200	0,800	73,267	15,029	15,029	-2,963	-1,496	8,603	5,246
	2,000	1,000	66,584	13,658	13,658	-2,963	-1,495	8,503	5,246
	1,800	1,200	59,900	12,287	12,287	-2,962	-1,495	8,403	5,246
	1,600	1,400	53,217	10,916	10,916	-2,962	-1,494	8,303	5,246
	1,400	1,600	46,534	9,545	9,545	-2,961	-1,493	8,203	5,246
	1,200	1,800	39,850	8,174	8,174	-2,960	-1,492	8,103	5,246
	1,000	2,000	33,167	6,803	6,803	-2,959	-1,490	8,003	5,246
	0,800	2,200	26,484	5,433	5,433	-2,958	-1,488	7,903	5,246
	0,600	2,400	19,801	4,062	4,062	-2,955	-1,484	7,803	5,246
	0,400	2,600	13,117	2,691	2,691	-2,950	-1,476	7,702	5,246
	0,200	2,800	6,445	1,322	1,322	-2,935	-1,453	7,601	5,131
	0,032	2,968	1,000	0,205	0,205	-2,909	-1,406	7,516	4,520
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	-2,903	-1,393	7,500	0,000

Tank Calibrations - FW 01 E (Consumo)

Fluid Type = Fresh Water Specific gravity = 1
 Permeability = 98 %
 Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



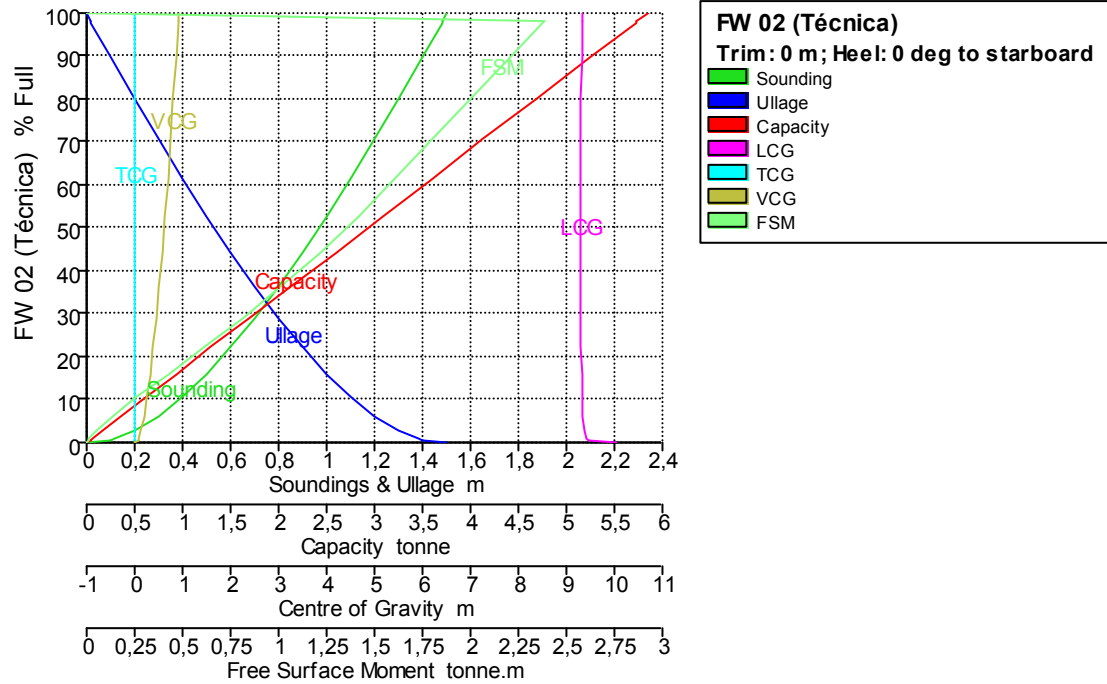
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
FW 01 E (Consumo)	3,000	0,000	100,000	20,513	20,513	-2,964	1,497	9,004	0,000
	2,940	0,060	98,000	20,102	20,102	-2,964	1,497	8,974	5,246
	2,937	0,063	97,900	20,082	20,082	-2,964	1,497	8,972	5,246
	2,800	0,200	93,317	19,142	19,142	-2,963	1,497	8,904	5,246
	2,600	0,400	86,633	17,771	17,771	-2,963	1,496	8,804	5,246
	2,400	0,600	79,950	16,400	16,400	-2,963	1,496	8,704	5,246
	2,200	0,800	73,267	15,029	15,029	-2,963	1,496	8,603	5,246
	2,000	1,000	66,584	13,658	13,658	-2,963	1,495	8,503	5,246
	1,800	1,200	59,900	12,287	12,287	-2,962	1,495	8,403	5,246
	1,600	1,400	53,217	10,916	10,916	-2,962	1,494	8,303	5,246
	1,400	1,600	46,534	9,545	9,545	-2,961	1,493	8,203	5,246
	1,200	1,800	39,850	8,174	8,174	-2,960	1,492	8,103	5,246
	1,000	2,000	33,167	6,803	6,803	-2,959	1,490	8,003	5,246
	0,800	2,200	26,484	5,433	5,433	-2,958	1,488	7,903	5,246
	0,600	2,400	19,801	4,062	4,062	-2,955	1,484	7,803	5,246
	0,400	2,600	13,117	2,691	2,691	-2,950	1,476	7,702	5,246
	0,200	2,800	6,445	1,322	1,322	-2,935	1,453	7,601	5,131
	0,032	2,968	1,000	0,205	0,205	-2,909	1,406	7,516	4,520
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	-2,903	1,393	7,500	0,000

Tank Calibrations - FW 02 (Técnica)

Fluid Type = Fresh Water Specific gravity = 1

Permeability = 98 %

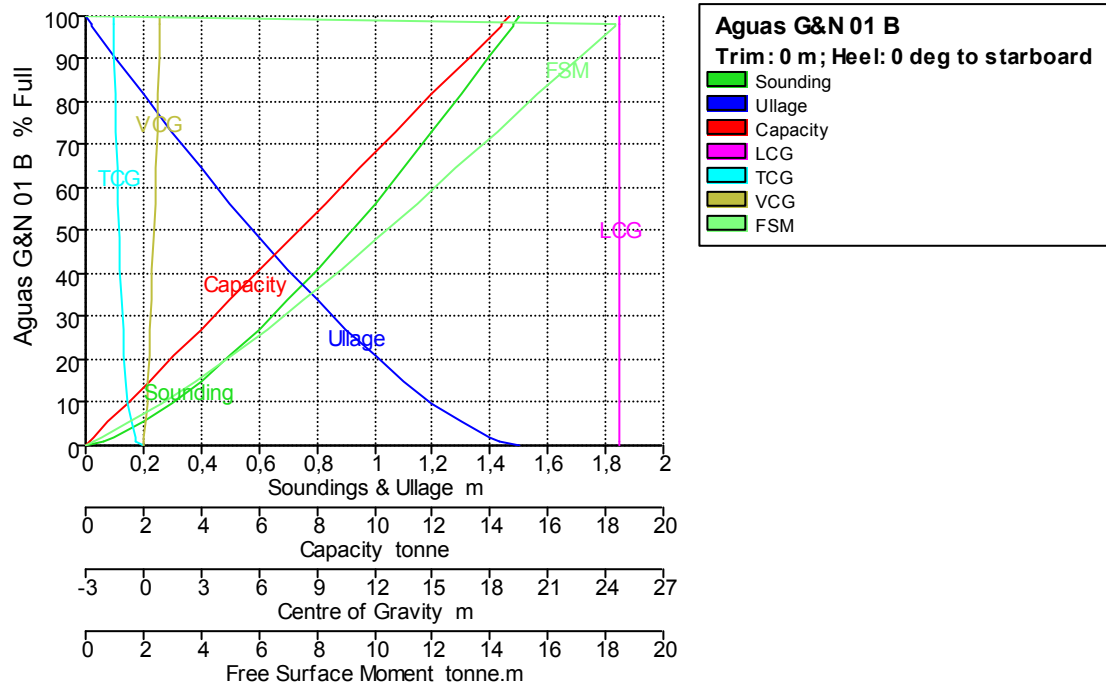
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
FW 02 (Técnica)	1,500	0,000	100,000	5,845	5,845	9,315	0,000	0,927	0,000
	1,480	0,020	98,000	5,729	5,729	9,315	0,000	0,916	2,382
	1,479	0,021	97,900	5,723	5,723	9,315	0,000	0,915	2,379
	1,400	0,100	89,917	5,256	5,256	9,313	0,000	0,869	2,211
	1,300	0,200	80,140	4,685	4,685	9,312	0,000	0,810	2,003
	1,200	0,300	70,678	4,131	4,131	9,310	0,000	0,751	1,803
	1,100	0,400	61,546	3,598	3,598	9,309	0,000	0,692	1,609
	1,000	0,500	52,766	3,084	3,084	9,308	0,000	0,632	1,413
	0,900	0,600	44,376	2,594	2,594	9,308	0,000	0,572	1,218
	0,800	0,700	36,431	2,130	2,130	9,308	0,000	0,511	1,012
	0,700	0,800	29,000	1,695	1,695	9,310	0,000	0,450	0,808
	0,600	0,900	22,168	1,296	1,296	9,312	0,000	0,388	0,611
	0,500	1,000	16,021	0,936	0,936	9,316	0,000	0,326	0,425
	0,400	1,100	10,660	0,623	0,623	9,324	0,000	0,263	0,264
	0,300	1,200	6,212	0,363	0,363	9,338	0,000	0,199	0,137
	0,200	1,300	2,826	0,165	0,165	9,367	0,000	0,134	0,050
	0,120	1,380	1,000	0,058	0,058	9,426	0,000	0,081	0,012
	0,100	1,400	0,686	0,040	0,040	9,455	0,000	0,068	0,007
	0,000	1,500	0,000	0,000	0,000	10,056	0,000	0,000	0,000

Tank Calibrations - Aguas G&N 01 B

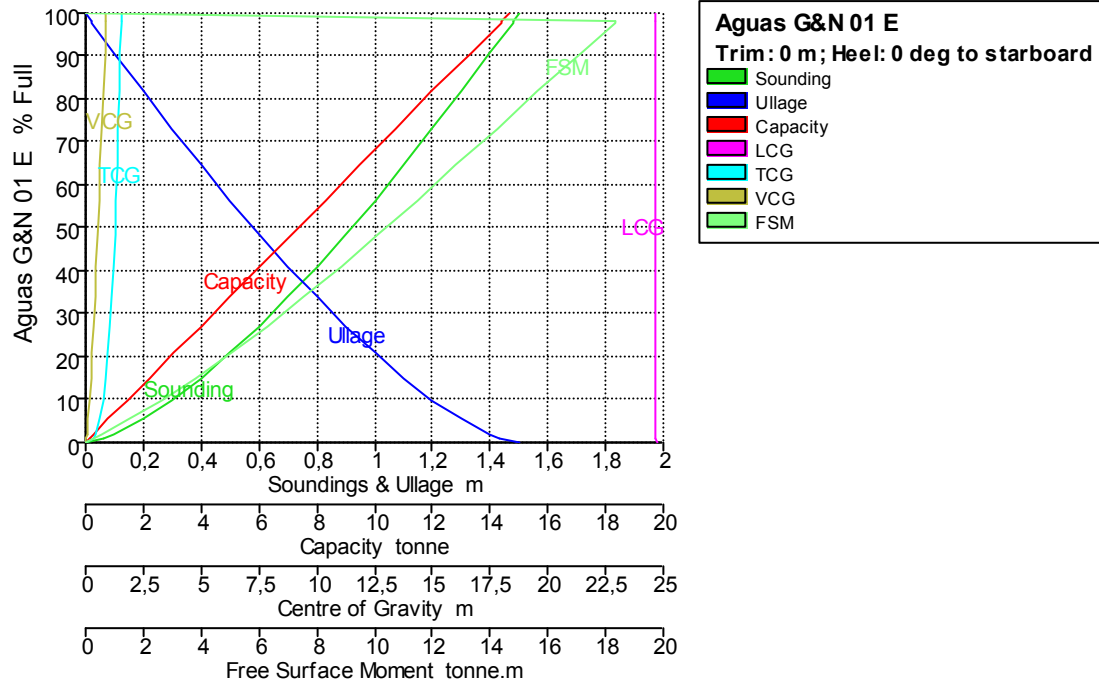
Fluid Type = Custom 1 Specific gravity = 1
 Permeability = 98 %
 Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Aguas G&N 01 B	1,500	0,000	100,000	14,692	14,692	24,666	-1,542	0,881	0,000
	1,479	0,021	98,000	14,399	14,399	24,666	-1,533	0,868	18,360
	1,478	0,022	97,900	14,384	14,384	24,666	-1,532	0,868	18,343
	1,400	0,100	90,713	13,328	13,328	24,667	-1,500	0,823	17,162
	1,300	0,200	81,696	12,003	12,003	24,668	-1,456	0,764	15,671
	1,200	0,300	72,957	10,719	10,719	24,669	-1,410	0,706	14,222
	1,100	0,400	64,507	9,478	9,478	24,670	-1,362	0,648	12,817
	1,000	0,500	56,358	8,280	8,280	24,671	-1,311	0,590	11,454
	0,900	0,600	48,522	7,129	7,129	24,672	-1,256	0,532	10,129
	0,800	0,700	41,021	6,027	6,027	24,674	-1,197	0,473	8,828
	0,700	0,800	33,882	4,978	4,978	24,676	-1,133	0,415	7,543
	0,600	0,900	27,141	3,988	3,988	24,677	-1,061	0,356	6,272
	0,500	1,000	20,843	3,062	3,062	24,679	-0,981	0,298	5,022
	0,400	1,100	15,051	2,211	2,211	24,681	-0,888	0,239	3,799
	0,300	1,200	9,852	1,448	1,448	24,681	-0,778	0,180	2,617
	0,200	1,300	5,387	0,792	0,792	24,679	-0,640	0,120	1,491
	0,100	1,400	1,905	0,280	0,280	24,675	-0,454	0,060	0,534
	0,065	1,435	1,000	0,147	0,147	24,673	-0,366	0,039	0,281
	0,000	1,500	0,000	0,000	0,000	24,742	-0,002	0,000	0,000

Tank Calibrations - Aguas G&N 01 E

Fluid Type = Custom 1 Specific gravity = 1
 Permeability = 98 %
 Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Aguas G&N 01 E	1,500	0,000	100,000	14,692	14,692	24,666	1,542	0,881	0,000
	1,479	0,021	98,000	14,399	14,399	24,666	1,533	0,868	18,360
	1,478	0,022	97,900	14,384	14,384	24,666	1,532	0,868	18,343
	1,400	0,100	90,713	13,328	13,328	24,667	1,500	0,823	17,162
	1,300	0,200	81,696	12,003	12,003	24,668	1,456	0,764	15,671
	1,200	0,300	72,957	10,719	10,719	24,669	1,410	0,706	14,222
	1,100	0,400	64,507	9,478	9,478	24,670	1,362	0,648	12,817
	1,000	0,500	56,358	8,280	8,280	24,671	1,311	0,590	11,454
	0,900	0,600	48,522	7,129	7,129	24,672	1,256	0,532	10,129
	0,800	0,700	41,021	6,027	6,027	24,674	1,197	0,473	8,828
	0,700	0,800	33,882	4,978	4,978	24,676	1,133	0,415	7,543
	0,600	0,900	27,141	3,988	3,988	24,677	1,061	0,356	6,272
	0,500	1,000	20,843	3,062	3,062	24,679	0,981	0,298	5,022
	0,400	1,100	15,051	2,211	2,211	24,681	0,888	0,239	3,799
	0,300	1,200	9,852	1,448	1,448	24,681	0,778	0,180	2,617
	0,200	1,300	5,387	0,792	0,792	24,679	0,640	0,120	1,491
	0,100	1,400	1,905	0,280	0,280	24,675	0,454	0,060	0,534
	0,065	1,435	1,000	0,147	0,147	24,673	0,366	0,039	0,281
	0,000	1,500	0,000	0,000	0,000	24,742	0,002	0,000	0,000

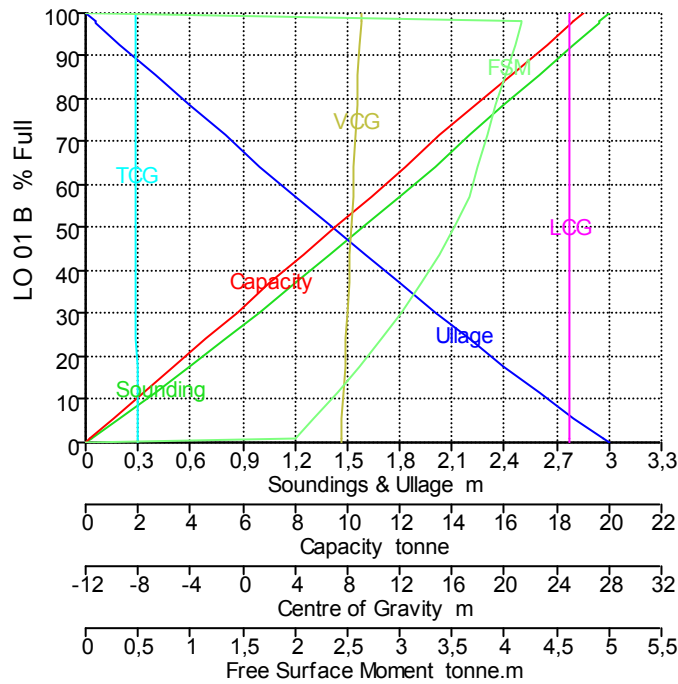
Tank Calibrations - LO 01 B

Fluid Type = Lube Oil

Specific gravity = 0,92

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

**LO 01 B**

Trim: 0 m; Heel: 0 deg to starboard

- Sounding
- Ullage
- Capacity
- LCG
- TCG
- VCG
- FSM

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
LO 01 B	3,000	0,000	100,000	20,640	18,988	24,982	-8,234	9,058	0,000
	2,945	0,055	98,000	20,227	18,609	24,983	-8,232	9,030	4,168
	2,942	0,058	97,900	20,206	18,590	24,983	-8,232	9,028	4,167
	2,800	0,200	92,770	19,147	17,616	24,983	-8,227	8,954	4,102
	2,600	0,400	85,593	17,666	16,253	24,983	-8,219	8,849	4,012
	2,400	0,600	78,470	16,196	14,900	24,984	-8,210	8,745	3,924
	2,200	0,800	71,400	14,737	13,558	24,984	-8,201	8,640	3,837
	2,000	1,000	64,383	13,288	12,225	24,985	-8,191	8,536	3,751
	1,800	1,200	57,420	11,851	10,903	24,985	-8,180	8,431	3,667
	1,600	1,400	50,521	10,427	9,593	24,986	-8,167	8,326	3,536
	1,400	1,600	43,719	9,023	8,302	24,987	-8,154	8,221	3,378
	1,200	1,800	37,028	7,642	7,031	24,987	-8,140	8,116	3,206
	1,000	2,000	30,462	6,287	5,784	24,988	-8,125	8,012	3,020
	0,800	2,200	24,034	4,961	4,564	24,989	-8,109	7,908	2,823
	0,600	2,400	17,760	3,666	3,372	24,990	-8,092	7,805	2,616
	0,400	2,600	11,653	2,405	2,213	24,991	-8,075	7,702	2,403
	0,200	2,800	5,728	1,182	1,088	24,992	-8,056	7,601	2,186
	0,035	2,965	1,000	0,206	0,190	24,993	-8,041	7,518	2,005
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	24,993	-8,037	7,500	0,000

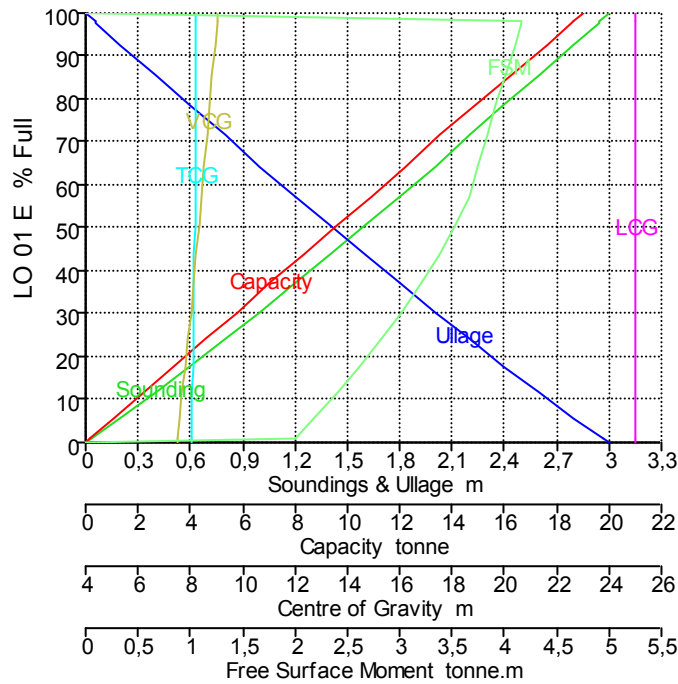
Tank Calibrations - LO 01 E

Fluid Type = Lube Oil

Specific gravity = 0,92

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

**LO 01 E**

Trim: 0 m; Heel: 0 deg to starboard

- Sounding
- Ullage
- Capacity
- LCG
- TCG
- VCG
- FSM

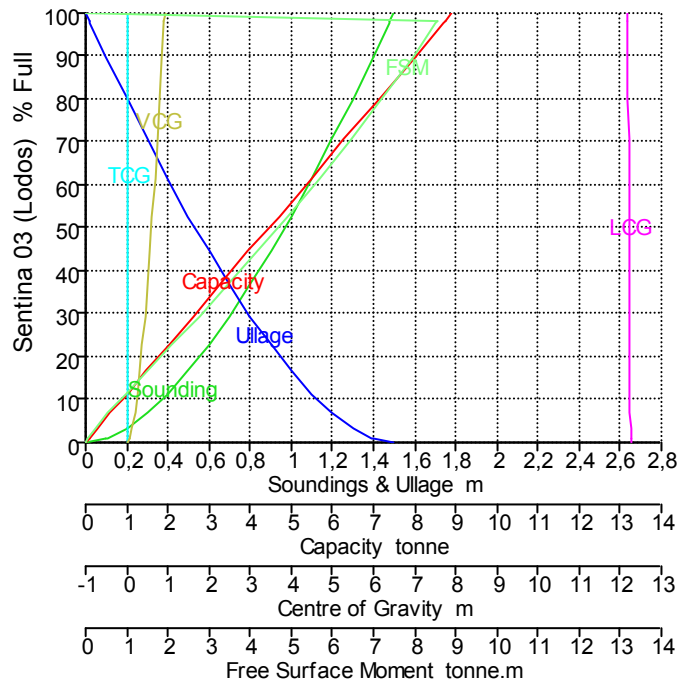
Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
LO 01 E	3,000	0,000	100,000	20,640	18,988	24,982	8,234	9,058	0,000
	2,945	0,055	98,000	20,227	18,609	24,983	8,232	9,030	4,168
	2,942	0,058	97,900	20,206	18,590	24,983	8,232	9,028	4,167
	2,800	0,200	92,770	19,147	17,616	24,983	8,227	8,954	4,102
	2,600	0,400	85,593	17,666	16,253	24,983	8,219	8,849	4,012
	2,400	0,600	78,470	16,196	14,900	24,984	8,210	8,745	3,924
	2,200	0,800	71,400	14,737	13,558	24,984	8,201	8,640	3,837
	2,000	1,000	64,383	13,288	12,225	24,985	8,191	8,536	3,751
	1,800	1,200	57,420	11,851	10,903	24,985	8,180	8,431	3,667
	1,600	1,400	50,521	10,427	9,593	24,986	8,167	8,326	3,536
	1,400	1,600	43,719	9,023	8,302	24,987	8,154	8,221	3,378
	1,200	1,800	37,028	7,642	7,031	24,987	8,140	8,116	3,206
	1,000	2,000	30,462	6,287	5,784	24,988	8,125	8,012	3,020
	0,800	2,200	24,034	4,961	4,564	24,989	8,109	7,908	2,823
	0,600	2,400	17,760	3,666	3,372	24,990	8,092	7,805	2,616
	0,400	2,600	11,653	2,405	2,213	24,991	8,075	7,702	2,403
	0,200	2,800	5,728	1,182	1,088	24,992	8,056	7,601	2,186
	0,035	2,965	1,000	0,206	0,190	24,993	8,041	7,518	2,005
	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	24,993	8,037	7,500	0,000

Tank Calibrations - Sentina 03 (Lodos)

Fluid Type = Custom 2 Specific gravity = 1

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

**Sentina 03 (Lodos)**

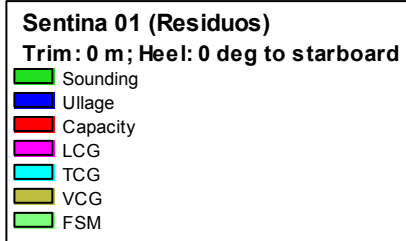
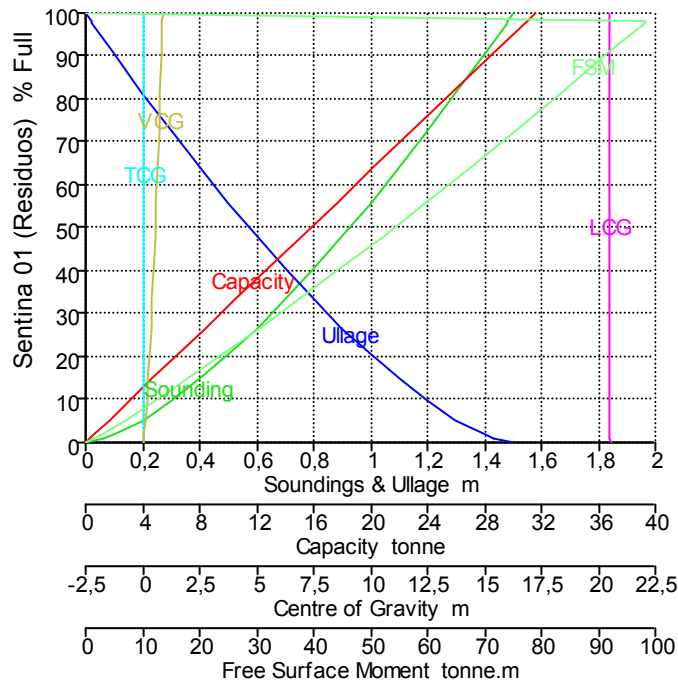
Trim : 0 m; Heel : 0 deg to starboard

- Sounding
- Ullage
- Capacity
- LCG
- TCG
- VCG
- FSM

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Sentina 03 (Lodos)	1,500	0,000	100,000	8,912	8,912	12,195	0,000	0,924	0,000
	1,481	0,019	98,000	8,734	8,734	12,195	0,000	0,913	8,534
	1,480	0,020	97,900	8,725	8,725	12,195	0,000	0,912	8,527
	1,400	0,100	89,857	8,008	8,008	12,196	0,000	0,865	7,955
	1,300	0,200	80,027	7,132	7,132	12,198	0,000	0,805	7,209
	1,200	0,300	70,539	6,286	6,286	12,199	0,000	0,745	6,451
	1,100	0,400	61,423	5,474	5,474	12,200	0,000	0,685	5,687
	1,000	0,500	52,710	4,698	4,698	12,202	0,000	0,625	4,923
	0,900	0,600	44,435	3,960	3,960	12,204	0,000	0,564	4,177
	0,800	0,700	36,640	3,265	3,265	12,206	0,000	0,503	3,446
	0,700	0,800	29,369	2,617	2,617	12,209	0,000	0,442	2,747
	0,600	0,900	22,677	2,021	2,021	12,213	0,000	0,381	2,095
	0,500	1,000	16,631	1,482	1,482	12,218	0,000	0,319	1,499
	0,400	1,100	11,310	1,008	1,008	12,224	0,000	0,256	0,974
	0,300	1,200	6,814	0,607	0,607	12,234	0,000	0,194	0,542
	0,200	1,300	3,279	0,292	0,292	12,247	0,000	0,130	0,225
	0,106	1,394	1,000	0,089	0,089	12,266	0,000	0,070	0,050
	0,100	1,400	0,899	0,080	0,080	12,267	0,000	0,066	0,043
	0,000	1,500	0,000	0,000	0,000	12,287	0,000	0,000	0,000

Tank Calibrations - Sentina 01 (Residuos)

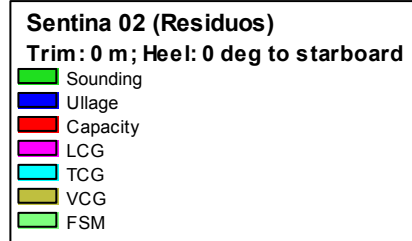
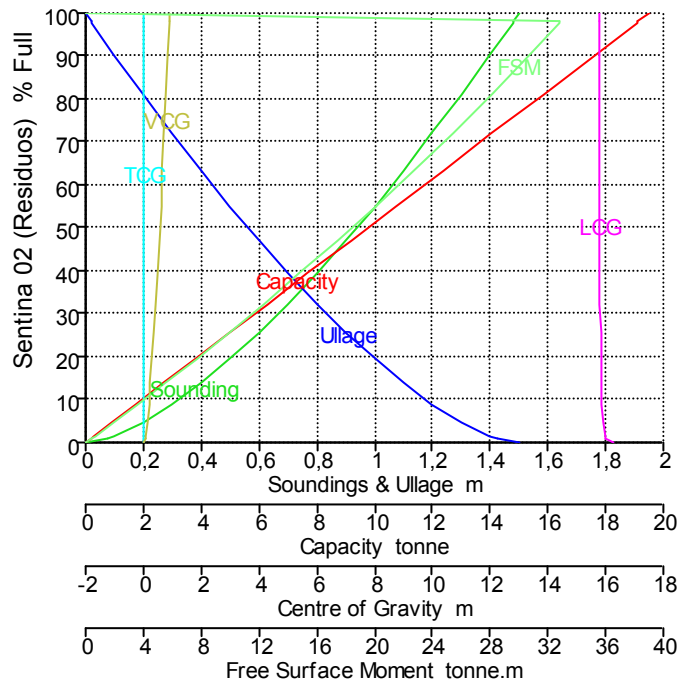
Fluid Type = Custom 2 Specific gravity = 1
 Permeability = 98 %
 Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Sentina 01 (Residuos)	1,500	0,000	100,000	31,599	31,599	20,445	0,000	0,886	0,000
	1,479	0,021	98,000	30,967	30,967	20,445	0,000	0,874	98,236
	1,478	0,022	97,900	30,935	30,935	20,445	0,000	0,873	98,147
	1,400	0,100	90,575	28,621	28,621	20,445	0,000	0,827	91,631
	1,300	0,200	81,428	25,730	25,730	20,445	0,000	0,768	83,457
	1,200	0,300	72,573	22,932	22,932	20,446	0,000	0,710	75,442
	1,100	0,400	64,024	20,231	20,231	20,446	0,000	0,651	67,558
	1,000	0,500	55,800	17,632	17,632	20,446	0,000	0,592	59,798
	0,900	0,600	47,923	15,143	15,143	20,446	0,000	0,533	52,177
	0,800	0,700	40,417	12,771	12,771	20,446	0,000	0,474	44,734
	0,700	0,800	33,313	10,527	10,527	20,445	0,000	0,415	37,517
	0,600	0,900	26,643	8,419	8,419	20,444	0,000	0,356	30,587
	0,500	1,000	20,448	6,462	6,462	20,443	0,000	0,297	24,016
	0,400	1,100	14,779	4,670	4,670	20,442	0,000	0,238	17,869
	0,300	1,200	9,707	3,067	3,067	20,441	0,000	0,179	12,183
	0,200	1,300	5,347	1,689	1,689	20,441	0,000	0,120	7,013
	0,100	1,400	1,910	0,603	0,603	20,443	0,000	0,060	2,653
	0,065	1,435	1,000	0,316	0,316	20,445	0,000	0,039	1,424
	0,000	1,500	0,000	0,000	0,000	20,577	0,000	0,000	0,000

Tank Calibrations - Sentina 02 (Residuos)

Fluid Type = Custom 2 Specific gravity = 1
 Permeability = 98 %
 Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Sentina 02 (Residuos)	1,500	0,000	100,000	19,521	19,521	15,789	0,000	0,896	0,000
	1,479	0,021	98,000	19,131	19,131	15,789	0,000	0,884	32,829
	1,478	0,022	97,900	19,112	19,112	15,789	0,000	0,883	32,803
	1,400	0,100	90,435	17,654	17,654	15,791	0,000	0,837	30,760
	1,300	0,200	81,138	15,839	15,839	15,793	0,000	0,778	28,115
	1,200	0,300	72,130	14,081	14,081	15,795	0,000	0,720	25,436
	1,100	0,400	63,435	12,383	12,383	15,798	0,000	0,660	22,738
	1,000	0,500	55,078	10,752	10,752	15,802	0,000	0,601	20,056
	0,900	0,600	47,086	9,192	9,192	15,806	0,000	0,542	17,403
	0,800	0,700	39,489	7,709	7,709	15,812	0,000	0,483	14,812
	0,700	0,800	32,320	6,309	6,309	15,819	0,000	0,423	12,313
	0,600	0,900	25,615	5,000	5,000	15,828	0,000	0,364	9,937
	0,500	1,000	19,418	3,791	3,791	15,839	0,000	0,304	7,697
	0,400	1,100	13,791	2,692	2,692	15,854	0,000	0,244	5,593
	0,300	1,200	8,825	1,723	1,723	15,876	0,000	0,184	3,653
	0,200	1,300	4,656	0,909	0,909	15,910	0,000	0,124	1,952
	0,100	1,400	1,517	0,296	0,296	15,979	0,000	0,063	0,624
	0,078	1,422	1,000	0,195	0,195	16,008	0,000	0,049	0,408
	0,000	1,500	0,000	0,000	0,000	16,254	0,000	0,000	0,000

CUADERNO 5

SITUACIONES DE CARGA Y RESISTENCIA LONGITUDINAL

BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³



Proyecto nº 13-510

Grado en Arquitectura Naval

Gabriel Pérez López



ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

PROYECTO FIN DE GRADO

CURSO 2.013-2.014

PROYECTO NÚMERO 13-510

TIPO DE BUQUE: BUQUE DE CARGA FRIGORÍFICO

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS.
SOLAS. MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Capacidad de carga de 400.000 FT³. Carga Refrigerada y carga congelada 54 TEUS SOBRE CUBIERTA PARA CARGA CONGELADA

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 17 nudos al calado de trazado con el motor al 85 % MCR y 15% de margen de mar. Autonomía 6.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Dos grúas géminis de 8T a 15 metros para pallets y carga refrigerada.

PROPULSIÓN: Motor/es diésel acoplado/s a una/s línea/s de ejes.

TRIPULACIÓN: 12 Personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Hélice en proa.

Ferrol, Septiembre de 2.013

ALUMNO: D. GABRIEL PEREZ LOPEZ

Contenido

1.	Introducción	4
2.	Peso en rosca	5
3.	Peso muerto: partidas no correspondientes a la carga	5
3.1.	Tripulación.....	5
3.2.	Consumos y víveres.....	5
3.3.	Respetos.....	5
3.3.1.	Palas de la hélice	5
3.3.2.	Respetos de maquinaria.....	5
3.4.	Cargos y efectos	5
3.4.1.	Estachas.....	5
3.4.2.	Medios de amarre para la carga	5
3.4.3.	Pertrechos	6
3.5.	Tabla resumen.....	6
4.	Carga	6
4.1.	Palés en bodegas. Tipos de carga a transportar	6
4.2.	Contenedores sobre cubierta.....	6
5.	Condiciones de carga	7
5.1.	Condiciones de carga obligatorias.....	7
5.2.	Condiciones de carga adicionales	7
5.3.	Llenado de tanques de consumos hasta el 10%	8
6.	Criterios de estabilidad	9
6.1.	Código Internacional de Estabilidad sin Avería (IS 2008).....	9
6.2.	Criterio meteorológico IMO	9
6.3.	Corrección por superficies libres.....	10
6.4.	Estabilidad tras averías.....	13
7.	Análisis de las condiciones de carga	15
7.1.	Condición 1: Salida a plena carga de plátanos con el 100% de los consumos	15
7.1.1.	Tabla de pesos.....	15
7.1.2.	Resultados	17
7.1.3.	Comprobación del cumplimiento de los criterios	18
7.2.	Condición 2: Llegada a plena carga de plátanos con el 10% de los consumos	19
7.2.1.	Tabla de pesos.....	19

7.2.2.	Resultados	21
7.2.3.	Comprobación del cumplimiento de los criterios	22
7.3.	Condición intermedia 1: Navegación a plena carga de plátanos con el 50 % de los consumos (Tanque BW 05 B/E al 35%)	23
7.3.1.	Tabla de pesos	23
7.3.2.	Resultados	25
7.3.3.	Comprobación del cumplimiento de los criterios	26
7.4.	Condición 3: Salida en lastre con el 100% de los consumos	27
7.4.1.	Tabla de pesos	27
7.4.2.	Resultados	29
7.4.3.	Comprobación del cumplimiento de los criterios	30
7.5.	Condición 4: Llegada en lastre con el 10% de los consumos	31
7.5.1.	Tabla de pesos	31
7.5.2.	Resultados	33
7.5.3.	Comprobación del cumplimiento de los criterios	34
7.6.	Condición 5: Salida a plena carga de carne con el 100% de los consumos.....	35
7.6.1.	Tabla de pesos	35
7.6.2.	Resultados	37
7.6.3.	Comprobación del cumplimiento de los criterios	38
7.7.	Condición 6: Llegada a plena carga de carne con el 10% de los consumos	39
7.7.1.	Tabla de pesos	39
7.7.2.	Resultados	41
7.7.3.	Comprobación del cumplimiento de los criterios	42
7.8.	Condición 7: Calado máximo de escantillonado	43
7.8.1.	Resultados	43
7.8.2.	Comprobación del cumplimiento de los criterios	44
7.8.3.	Conclusiones.....	44
7.9.	Tabla resumen de las condiciones	45
8.	Curva de KG máximos	46
9.	Resistencia longitudinal	48
9.1.	Curvas de pesos, empujes, fuerzas cortantes y momentos flectores	48
9.1.1.	Condición 1: Salida a plena carga de plátanos con el 100% de los consumos	49
9.1.2.	Condición 2: Llegada a plena carga de plátanos con el 10% de los consumos ...	50
9.1.3.	Condición intermedia 1: Navegación a plena carga de plátanos con el 50 % de los consumos (Tanque BW 05 B/E al 35%).....	51
9.1.4.	Condición 3: Salida en lastre con el 100% de los consumos	52

9.1.5.	Condición 4: Llegada en lastre con el 10% de los consumos	53
9.1.6.	Condición 5: Salida a plena carga de carne con el 100% de los consumos.....	54
9.1.7.	Condición 6: Llegada a plena carga de carne con el 10% de los consumos	55
9.2.	Curvas de fuerzas cortantes	56
9.3.	Curvas de momentos flectores	57
9.4.	Envoltentes de fuerzas cortantes y momentos flectores	58
9.5.	Fuerzas cortantes totales en el buque	59
9.6.	Momentos flectores totales en el buque	62
10.	Módulo e inercia mínimos	65
10.1.	Módulo mínimo.....	65
10.2.	Inercia mínima.....	67
11.	Bibliografía	68
Anexo I – Tabla de capacidades de las bodegas.....		69
Anexo II – Posiciones de los contenedores		71
Anexo III – Resultados del análisis de estabilidad tras averías		73

1. Introducción

El objetivo de este cuaderno es hacer los cálculos de estabilidad y resistencia longitudinal para el buque en proyecto que tiene las siguientes características principales:

- L_{PP} : 128 m.
- B: 20 m.
- D: 13,5 m.
- $T_{Diseño}$: 7,071 m.
- C_B : 0,60
- Velocidad: 17 nudos
- Autonomía: 6.000 millas
- Peso en rosca: 6.300 tn.
- Peso muerto de diseño (carga de plátanos): 5.771,488 tn.
- Desplazamiento de diseño: 12.071,488 tn.
- Tripulación: 12 personas
- Volumen de bodegas: 400.000 ft³.
- Grúas: 2 grúas Géminis de 8 tn. a 15 metros.
- Pot. MP: 9.600 kW
- Pot. Aux.: 1.500 kW (PTO) + 2 x 1.000 kW

2. Peso en rosca

El peso en rosca usado es el obtenido en el Cuaderno 2. Para el estudio de la resistencia longitudinal se repartirá el peso en rosca como está indicado en el Anexo del Cuaderno 2.

3. Peso muerto: partidas no correspondientes a la carga

3.1. Tripulación

Los pesos asociados a la tripulación, que son el propio peso de las personas y el peso de su equipaje, será estimado en 125 kg/tripulante. El número de tripulantes del buque es de 12, dando lugar a 1,5 toneladas, situadas en el centro de gravedad de la habitación.

3.2. Consumos y víveres

Los consumos y víveres se estimarán en 5 kg/persona al día. Su centro de gravedad estará situado en el centro de gravedad de la habitación.

3.3. Respetos

3.3.1. Palas de la hélice

Se considera a este efecto un peso estimado del 25% del peso de la hélice, con el centro de gravedad en la cubierta principal a popa de la habitación.

3.3.2. Respetos de maquinaria

Se consideran a este efecto 100 toneladas con el centro de gravedad en la cámara de máquinas.

3.4. Cargos y efectos

3.4.1. Estachas

Se estima un peso de 5 toneladas situadas en la cubierta castillo a popa de la caja de cadenas.

3.4.2. Medios de amarre para la carga

Se estima un peso de 10 toneladas situadas en el centro de gravedad de las bodegas.

3.4.3. Pertrechos

Se considera a este efecto un peso de 10 toneladas en el centro de gravedad de la habitación.

3.5.Tabla resumen

Elementos	Masa total (tn)	X _G (m)	Z _G (m)
Tripulación	1,500	18,136	18,192
Víveres	0,900	18,136	18,192
Respetos hélice	2,734	7,200	13,500
Respetos maquinaria	100,000	17,095	3,810
Estachas	5,000	120,770	16,500
Amarre de la carga	10,000	73,650	8,786
Pertrechos	10,000	18,136	18,192
TOTAL	130,134	25,316	6,221

4. Carga

4.1.Palés en bodegas. Tipos de carga a transportar

La cargas típicas que tradicionalmente transportan los buques frigoríficos son frutas (cítricos y plátanos), pescado y carne. El diseño clásico de estos buques se realiza suponiendo el buque completamente cargado con plátanos estibados en palés. Las cargas que se analizarán para este proyecto con sus respectivos factores de estiba serán:

- Carga de plátanos (3,22 m³/tn)
- Carga de carne (1,58 m³/tn)

Los palés tienen unas dimensiones de 1,2 x 1 metros, dimensiones típicas del isopalé (también conocido como palé americano), siendo el palé típico en el transporte naval. Los palés se cargarán hasta una altura de 2,2 metros, consiguiendo un peso por palé cargado de plátanos de 846 kilos y de 1.722 kilos para un palé cargado de carne, valores consecuentes con los factores de estiba anteriormente indicados.

En el Anexo I se presenta una tabla con los cálculos realizados para estimar el número de palés que se almacenarán en cada bodega. Para ello se ha medido la manga mínima y la máxima de cada bodega, aproximándolas a trapecios y teniendo en cuenta la pérdida de espacio debido al aislamiento en los costados.

4.2.Contenedores sobre cubierta

Además de la carga en las bodegas, este buque ha de transportar 54 contenedores sobre cubierta. Los contenedores serán TEU normalizados de 6,1 x 2,4 x 2,6 metros, con un peso máximo de 15 toneladas.

En el Anexo II se presentan las posiciones de cada uno de los contenedores.

5. Condiciones de carga

5.1. Condiciones de carga obligatorias

Las condiciones de carga a estudiar son las indicadas en la Parte B, Capítulo 3, Apartado 3.4 del Código Internacional de Estabilidad sin averías IS 2008:

- Buque en la condición de salida a plena carga (plátanos en bodegas), distribuida ésta de forma homogénea en todos los espacios de carga y con la totalidad de provisiones y combustible.
- Buque en la condición de llegada a plena carga (plátanos en bodegas), distribuida ésta de forma homogénea en todos los espacios de carga y con el 10% de provisiones y combustible.
- Buque en la condición de salida en lastre, sin carga, pero con la totalidad de provisiones y combustible.
- Buque en la condición de llegada en lastre, sin carga, pero con el 10% de provisiones y combustible.

Según las recomendaciones del IMO, el calado de trazado en el centro del buque no será inferior a:

$$T_m = 2 + 0,02L$$

Donde L es la eslora de francobordo (131,007 metros).

$$T_m = 2 + 0,02 * 131,007 = 4,620 \text{ m}$$

El calado mínimo para la inmersión de la hélice es de 5,150 m. Como este valor es más restrictivo, será el que se tendrá en cuenta a la hora de analizar las condiciones de carga.

Otra consideración a tener en cuenta es el asiento máximo del buque. El asiento apopante no será superior a:

$$D_t = 0,015L$$

$$D_t = 0,015 * 131,007 = 1,965 \text{ m}$$

5.2. Condiciones de carga adicionales

Se estudiarán dos condiciones de carga adicionales, correspondientes a la salida y llegada a puerto a plena carga de bodegas con carne y contenedores sobre cubierta.

Las condiciones serán las siguientes:

- Buque en la condición de salida a plena carga (carne en bodegas), distribuida ésta de forma homogénea en todos los espacios de carga y con la totalidad de provisiones y combustible.
- Buque en la condición de llegada a plena carga (carne en bodegas), distribuida ésta de forma homogénea en todos los espacios de carga y con el 10% de provisiones y combustible.

Además, durante la navegación entre las condiciones de carga de plena carga de plátanos en bodegas se procederá al llenado de tanques de lastre para evitar situaciones desfavorables que significarían el incumplimiento de alguno de los criterios anteriormente citados o de los que se hablará en apartados posteriores. Ya que alguno de los tanques de lastre que se llenarán necesita corrección por superficies libres, se desarrollará una condición de carga intermedia entre las anteriormente citadas para comprobar el cumplimiento de todos los criterios durante la navegación. Esta condición será:

- Buque navegando a plena carga (plátanos en bodegas), distribuida ésta de forma homogénea en todos los espacios de carga y con 50% de provisiones y combustible (Tanques de lastre BW 03 B/E al 100 % y BW 05 B/E al 35%).

Durante la navegación a plena carga con carne en bodegas también se lastra uno de los tanques, el BW 09, pero como este tanque no corrige por superficies libres, no es necesario realizar el cálculo de una condición de carga intermedia.

Por último, se realizará una condición de carga tal que el calado medio de dicha condición sea igual al máximo calado de escantillonado del buque, igual a 9,500 m. Esto se hace para comprobar si el buque pierde la estabilidad a calados inferiores al de escantillonado.

5.3. Llenado de tanques de consumos hasta el 10%

Para las condiciones de carga de llegada a puerto, se establece que los tanques de consumo que alberguen ese porcentaje sean los siguientes:

- Fuel oil
 - FO 01 B/E (17% de su capacidad)
- Diésel oil
 - DO 01 B/E (16% de su capacidad)
- Agua dulce
 - FW 01 B/E (10% de su capacidad)
 - FW 02 (10% de su capacidad)
- Aceite lubricante

- LO 01 B/E (10% de su capacidad)

Se ha respetado el orden de consumo típico de tanques (Uso diario → Sedimentación → Almacén).

6. Criterios de estabilidad

6.1. Código Internacional de Estabilidad sin Avería (IS 2008)

Se utilizarán los criterios de estabilidad intacta descritos en el Código IS 2008, que son los siguientes:

- El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) no será inferior a 0,055 metro-radián hasta un ángulo de escora $\varphi = 30^\circ$.
- Tampoco será inferior a 0,09 metro-radián hasta $\varphi = 40^\circ$, o hasta el ángulo de inundación descendente φ_f si éste es inferior a 40° .
- El área bajo la curva de brazos adrizantes entre los ángulos de escora de 30° y 40° , o entre 30° y φ_f si éste es inferior a 40° , no será inferior a 0,03 metro-radián.
- El brazo adrizante GZ será como mínimo de 0,2 m. a un ángulo de escora igual o superior a 30° .
- El brazo adrizante máximo corresponderá a un ángulo de escora no inferior a 25° . Si esto no es posible, podrán aplicarse, a reserva de lo que apruebe la Administración, criterios basados en un nivel de seguridad equivalente.
- La altura metacéntrica inicial GM_0 no será inferior a 0,15 m.

6.2. Criterio meteorológico IMO

Habrà que demostrar la aptitud del buque para resistir los efectos combinados del viento de través y de balance, con referencia a la Figura 1, del modo que se describe a continuación.

- Se someterà el buque a la presión de un viento constante que actúe perpendicularmente al plano de crujía, lo que dará como resultado el correspondiente brazo escorante (l_{w1});
- Se supondrá que a partir del ángulo de equilibrio (φ_0), el buque se balancea por la acción de las olas hasta alcanzar un ángulo de balance (φ_1) a barlovento. El ángulo de escora provocado por un viento constante (φ_0) no deberá ser superior a 16° o al 80% del ángulo de inmersión del borde de la cubierta, si este ángulo es menor;
- A continuación se someterà al buque a la presión de un ráfaga de viento que dará como resultado el correspondiente brazo escorante (l_{w2});

- En estas circunstancias, el área “b” debe ser igual o superior al área “a”, como se indica en la Figura 1.

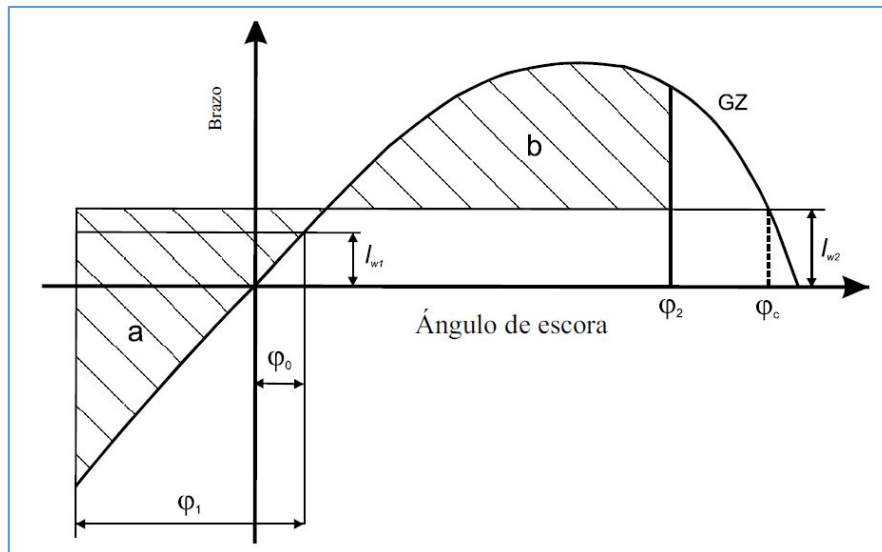


Figura 1. Viento y balance intensos.

6.3. Corrección por superficies libres

En todas las condiciones de carga, la altura metacéntrica inicial y la curva de los brazos adrizantes deberán corregirse con el efecto de la superficie libre de los líquidos en los tanques.

No será necesario incluir en la corrección los tanques pequeños (tanques no de carga) que cumplan la condición dada por la fórmula siguiente, que corresponde a una inclinación de 30°:

$$M_{fs}/\Delta_{min} < 0,01 m$$

Donde:

- M_{fs} = es el momento de superficie libre a una inclinación de 30°, en tonelámetros.
- Δ_{min} = es el desplazamiento mínimo del buque, en toneladas.

El valor de M_{fs} para cada tanque se puede deducir de la fórmula:

$$M_{fs} = v * b * \gamma * k * \sqrt{\delta}$$

Donde:

- v = es la capacidad total del tanque, en m³.
- b = es la anchura máxima del tanque, en m.
- γ = es el peso específico del líquido contenido en el tanque, en m³/t.

- δ = es igual a $\frac{v}{b \cdot l \cdot h}$ (coeficiente de bloque del tanque)
- h = es la altura máxima del tanque, en m.
- l = es la longitud máxima del tanque, en m.
- k = es un coeficiente adimensional según la relación b/h .

$$k = \frac{\sin \theta}{12} * \left(1 + \frac{(\tan \theta)^2}{2} \right) * \frac{b}{h}, \text{siendo } \cot \theta \geq b/h$$

$$k = \frac{\cos \theta}{8} * \left(1 + \frac{\tan \theta}{b/h} \right) - \frac{\cos \theta}{12(b/h)^2} * \left(1 + \frac{(\cot \theta)^2}{2} \right), \text{siendo } \cot \theta \leq b/h$$

En la página siguiente se presenta una tabla-resumen de los tanques que corrigen en el buque a proyectar.

Tanque	Volumen (m ³)	M _{fs} /Δ _{min} (m)	Consumo simultáneo	Necesitan corrección	Tanque	Volumen (m ³)	M _{fs} /Δ _{min} (m)	Consumo simultáneo	Necesitan corrección
FO 01 B	201,802	0,017	0,034	CORRIGE	BW 06 B	188,518	0,006	0,012	CORRIGE
FO 01 E	201,802	0,017			BW 06 E	188,518	0,006		
FO 02 B	92,492	0,007	0,015	CORRIGE	BW 07 B	262,64	0,040	0,081	CORRIGE
FO 02 E	92,492	0,007			BW 07 E	262,64	0,040		
FO DU 01	50,45	0,004	0,000	NO CORRIGE	BW 08 B	152,83	0,017	0,034	CORRIGE
FO SED 01 B	25,225	0,001	0,001	NO CORRIGE	BW 08 E	152,83	0,017		
FO SED 01 E	25,225	0,001			BW 09	95,841	0,006	0,000	NO CORRIGE
DO 01 B	75,676	0,004	0,008	NO CORRIGE	BW10	224,464	0,033	0,000	CORRIGE
DO 01 E	75,676	0,004			BW11	409,213	0,102	0,000	CORRIGE
DO 02 B	36,787	0,001	0,002	NO CORRIGE	BW 12 B	126,995	0,020	0,040	CORRIGE
DO 02 E	36,787	0,001			BW 12 E	126,995	0,020		
DO DU 01 B	8,408	0,000	0,000	NO CORRIGE	FW 01 B (Consumo)	20,513	0,000	0,001	NO CORRIGE
DO DU 01 E	8,408	0,000			FW 01 E (Consumo)	20,513	0,000		
BW 01	321,993	0,010	0,000	CORRIGE	FW 02 (Técnica)	5,845	0,000	0,000	NO CORRIGE
BW 02	195,511	0,025	0,000	CORRIGE	Aguas G&N 01 B	14,692	0,001	0,002	NO CORRIGE
BW 03 B	56,434	0,003	0,006	NO CORRIGE	Aguas G&N 01 E	14,692	0,001		
BW 03 E	56,434	0,003			LO 01 B	20,64	0,000	0,001	NO CORRIGE
BW 04	272,054	0,050	0,000	CORRIGE	LO 01 E	20,64	0,000		
BW 05 B	189,169	0,024	0,048	CORRIGE	Sentina 03 (Lodos)	8,912	0,000	0,000	NO CORRIGE
BW 05 E	189,169	0,024			Sentina 01 (Residuos)	31,599	0,003	0,000	NO CORRIGE
					Sentina 02 (Residuos)	19,521	0,001	0,000	NO CORRIGE

6.4. Estabilidad tras averías

Durante los últimos años se han producido una serie de novedades legislativas en el ámbito de la Organización Marítima Internacional, dentro del marco de la estabilidad en averías, que han supuesto una revolución histórica en los conceptos y las aproximaciones al estudio de este problema.

La primera de estas novedades la constituye la revisión completa del Capítulo II-1 del Convenio SOLAS, que introduce la aplicación armonizada del método probabilista al compartimentado y estabilidad en avería de los buques de pasaje y de carga seca, siendo de aplicación a los buques construidos con posterioridad al 1 de Enero de 2009. Este conjunto de normas se conocen coloquialmente con el nombre de “SOLAS 2009”.

En este método, el compartimentado del buque se considera suficiente si el índice de compartimentado obtenido A , determinado de acuerdo con la Regla 7, no es inferior al índice de compartimentado prescrito R , calculado de conformidad con la Regla 6, y si, además, los índices parciales A_s , A_p y A_L no son inferiores a $0,9R$ para los buques de pasaje y a $0,5R$ para los buques de carga.

El valor de R para este buque es igual a 0,56612.

La estabilidad en averías ha de probarse a 3 calados distintos:

- Calado máximo de compartimentado (d_s): la flotación relativa al calado correspondiente a la línea de carga de verano que se asigne al buque.
- Calado de servicio en rosca (d_L): el calado de servicio correspondiente a la carga mínima prevista y a la capacidad correspondiente de los tanques, incluido, no obstante, el lastre que pueda ser necesario para la estabilidad o la inmersión.
- Calado de compartimentado parcial (d_p): el correspondiente al calado en rosca más el 60% de la diferencia entre el citado calado y el calado máximo de compartimentado.

Para cumplir con estos calados, se han creado 3 condiciones de carga especiales, que son las siguientes:

Condiciones	Desplazamiento (tn)	Calado (m)	X_G (m)	K_G (m)
Condición máximo compartimentado	14.800	8,842	61,600	8,275
Condición de compartimentado parcial	11.775	7,296	61,200	8,200
Condición de servicio en rosca	7.375	4,977	62,300	7,500

A efectos de los cálculos de compartimentado y estabilidad con avería, la permeabilidad de cada compartimento en general será la siguiente:

Espacios	Permeabilidad
Destinados a provisiones	0,60
Ocupados como alojamientos	0,95
Ocupados por maquinaria	0,85
Espacios perdidos	0,95
Destinados a líquidos	0 o 0,95, el valor más restrictivo

Además, la permeabilidad de cada compartimento o parte de compartimento de carga será la siguiente:

Espacios	Permeabilidad en el calado d _s	Permeabilidad en el calado d _p	Permeabilidad en el calado d _L
Espacios de carga seca	0,70	0,80	0,95
Espacios para contenedores	0,70	0,80	0,95
Espacios de carga rodada	0,90	0,90	0,95
Cargas líquidas	0,70	0,80	0,95

El buque en proyecto está dividido en 8 zonas estancas, separadas por los mamparos transversales estancos. Las zonas son las siguientes:

Zonas	Límite popa (m)	Límite proa (m)
Zona 1	-4,132	7,800
Zona 2	7,800	26,390
Zona 3	26,390	49,270
Zona 4	49,270	72,150
Zona 5	72,150	95,030
Zona 6	95,030	117,910
Zona 7	117,910	122,915
Zona 8	122,915	138,881

Los resultados del análisis de estabilidad tras averías se presentan en el Anexo III.

7. Análisis de las condiciones de carga

Considerando todo lo mencionado hasta ahora, se presentan las condiciones de carga con sus respectivos cálculos de manera individual:

7.1. Condición 1: Salida a plena carga de plátanos con el 100% de los consumos

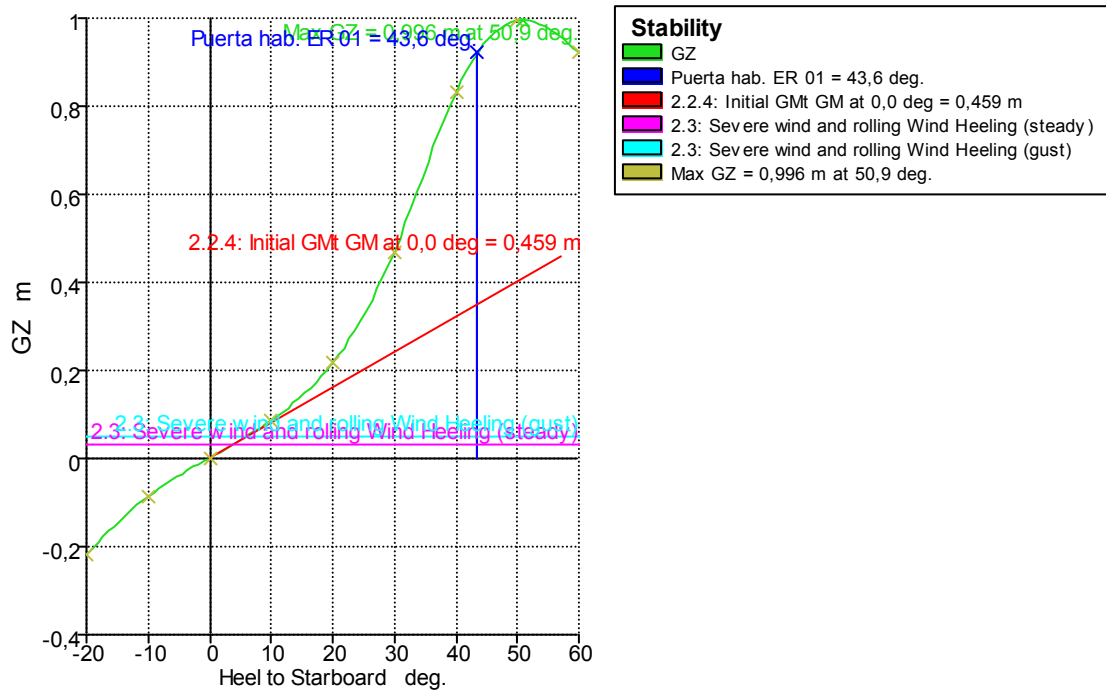
7.1.1. Tabla de pesos

Elemento	% Llenado	Masa total (tn)	X _G (m)	Y _G (m)	Z _G (m)	Mfs (tn*m)
Pesos locales		2.102,740	53,528	-0,006	9,594	0,000
PLC		1.461,978	58,117	0,000	6,510	0,000
PTC		2.735,280	58,493	0,000	6,510	0,000
Plátanos		3.565,788	67,201	0,000	8,170	0,000
Contenedores		810,000	64,800	0,000	15,111	0,000
Total CC		10.675,786	60,850	-0,001	8,325	0,000
Tripulación		1,500	18,136	0,000	18,192	0,000
Viveres		0,900	18,136	0,000	13,500	0,000
Respetos hélice		2,734	7,200	0,000	12,500	0,000
Respetos maquinaria		100,000	17,095	0,000	3,810	0,000
Estachas		5,000	121,842	0,000	12,500	0,000
Amarre de la carga		10,000	73,650	0,000	8,786	0,000
Pertrechos		10,000	18,136	0,000	10,500	0,000
Total Otros pesos		130,134	25,357	0,000	5,456	0,000
FO 01 B	97%	184,844	77,870	-3,000	2,955	188,646
FO 01 E	97%	184,844	77,870	3,000	2,955	188,646
FO 02 B	98%	85,594	86,363	-2,758	2,970	0,000
FO 02 E	98%	85,594	86,363	2,758	2,970	0,000
FO DU 01	98%	46,687	24,960	0,000	8,970	0,000
FO SED 01 B	98%	23,344	24,960	-4,500	8,970	0,000
FO SED 01 E	98%	23,344	24,960	4,500	8,970	0,000
Total FO	97,41%	634,251	72,373	0,000	3,845	377,292
DO 01 B	98%	62,296	92,064	-2,259	2,970	0,000
DO 01 E	98%	62,296	92,064	2,259	2,970	0,000
DO 02 B	98%	30,283	96,732	-1,762	2,970	0,000
DO 02 E	98%	30,283	96,732	1,762	2,970	0,000
DO DU 01 B	98%	6,922	24,960	-6,500	8,970	0,000
DO DU 01 E	98%	6,922	24,960	6,500	8,970	0,000

Total DO	98%	199,002	88,817	0,000	3,387	0,000
BW 01	0%	0,000	125,096	0,000	0,000	0,000
BW 02	0%	0,000	111,636	0,000	1,500	0,000
BW 03 B	0%	0,000	95,273	-0,752	0,009	0,000
BW 03 E	0%	0,000	95,273	0,752	0,009	0,000
BW 04	0%	0,000	101,503	0,000	1,500	0,000
BW 05 B	0%	0,000	73,139	-0,764	0,001	0,000
BW 05 E	0%	0,000	73,139	0,764	0,001	0,000
BW 06 B	0%	0,000	81,698	-6,740	1,500	0,000
BW 06 E	0%	0,000	81,698	6,740	1,500	0,000
BW 07 B	0%	0,000	71,884	-0,764	0,001	0,000
BW 07 E	0%	0,000	71,884	0,764	0,001	0,000
BW 12 B	0%	0,000	56,255	-0,770	0,001	0,000
BW 12 E	0%	0,000	56,255	0,770	0,001	0,000
BW 08 B	0%	0,000	49,138	-0,755	0,003	0,000
BW 08 E	0%	0,000	49,138	0,755	0,003	0,000
BW 09	0%	0,000	7,769	0,000	0,047	0,000
BW 10	0%	0,000	111,398	0,000	4,500	0,000
BW 11	0%	0,000	100,323	0,000	4,500	0,000
Total BW	0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FW 01 B (Consumo)	100%	20,513	-2,964	-1,497	9,004	0,000
FW 01 E (Consumo)	100%	20,513	-2,964	1,497	9,004	0,000
FW 02 (Técnica)	100%	5,845	9,315	0,000	0,927	0,000
Total FW	100%	46,871	-1,432	0,000	7,996	0,000
Aguas G&N 01 B	0%	0,000	24,742	-0,002	0,000	0,000
Aguas G&N 01 E	0%	0,000	24,742	0,002	0,000	0,000
Total G&N	0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LO 01 B	98%	18,609	24,983	-8,232	9,030	0,000
LO 01 E	98%	18,609	24,983	8,232	9,030	0,000
Total LO	98%	37,217	24,983	0,000	9,030	0,000
Sentina 03 (Lodos)	0%	0,000	12,287	0,000	0,000	0,000
Sentina 01 (Residuos)	0%	0,000	20,577	0,000	0,000	0,000
Sentina 02 (Residuos)	0%	0,000	16,254	0,000	0,000	0,000
Total SE	0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total Loadcase		11.723,261	61,192	-0,001	7,967	377,292
FS correction					0,032	
VCG fluid					8,000	

7.1.2. Resultados

Ángulo de escora a estribor (°)	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
GZ (m)	0,001	0,087	0,218	0,470	0,832	0,995	0,923
Área bajo la curva de GZ desde escora 0° (m*rad)	0,000	0,007	0,033	0,091	0,205	0,368	0,538
Desplazamiento (tn)	11.723,000	11.723,000	11.723,000	11.723,000	11.723,000	11.724,000	11.723,000
Calado en PPr (m)	6,790	6,804	6,840	6,834	6,585	6,011	5,181
Calado en PPp (m)	7,747	7,692	7,518	7,206	6,805	6,494	6,114
Eslora en la flotación (m)	137,732	137,661	137,450	137,410	138,228	139,038	139,363
Manga máxima en la flotación (m)	20,000	20,307	21,282	22,807	20,797	19,499	17,971
Superficie mojada (m ²)	3.236,349	3.236,410	3.244,241	3.294,012	3.442,981	3.532,663	3.567,922
Área de la flotación (m ²)	1.967,231	1.981,359	2.037,852	2.174,441	2.177,186	2.056,040	1.940,032
Coefficiente prismático (C _p)	0,583	0,586	0,593	0,606	0,625	0,644	0,657
Coefficiente de bloque (C _B)	0,541	0,487	0,419	0,363	0,380	0,397	0,432
LCB desde PPp (+ a proa) (m)	61,162	61,164	61,171	61,181	61,186	61,181	61,176
LCF desde PPp (+ a proa) (m)	56,319	56,655	57,535	58,911	61,432	63,758	65,386
Inclinación máxima de la cubierta (°)	0,428	10,008	20,002	30,000	40,000	50,000	60,000
Ángulo de asiento (+ a popa) (°)	0,428	0,397	0,304	0,167	0,098	0,216	0,418



7.1.3. Comprobación del cumplimiento de los criterios

Datos	Requerido	Condición
Δ (ton)		11.723,261
T_{popa} (m)	$\geq 5,150$	7,747
Asiento (m)	$\leq 1,965 $	0,957
GM inicial (m)	$\geq 0,15$	0,459
GZ ₃₀ (m*rad)	$\geq 0,055$	0,091
GZ ₄₀ (m*rad)	$\geq 0,09$	0,205
GZ ₄₀ -GZ ₃₀ (m*rad)	$\geq 0,03$	0,114
GZ _{máximo} (°)	≥ 25	50,900
φ_0 (°)	< 16	4,000
b/a	≥ 1	24,072

7.2. Condición 2: Llegada a plena carga de plátanos con el 10% de los consumos

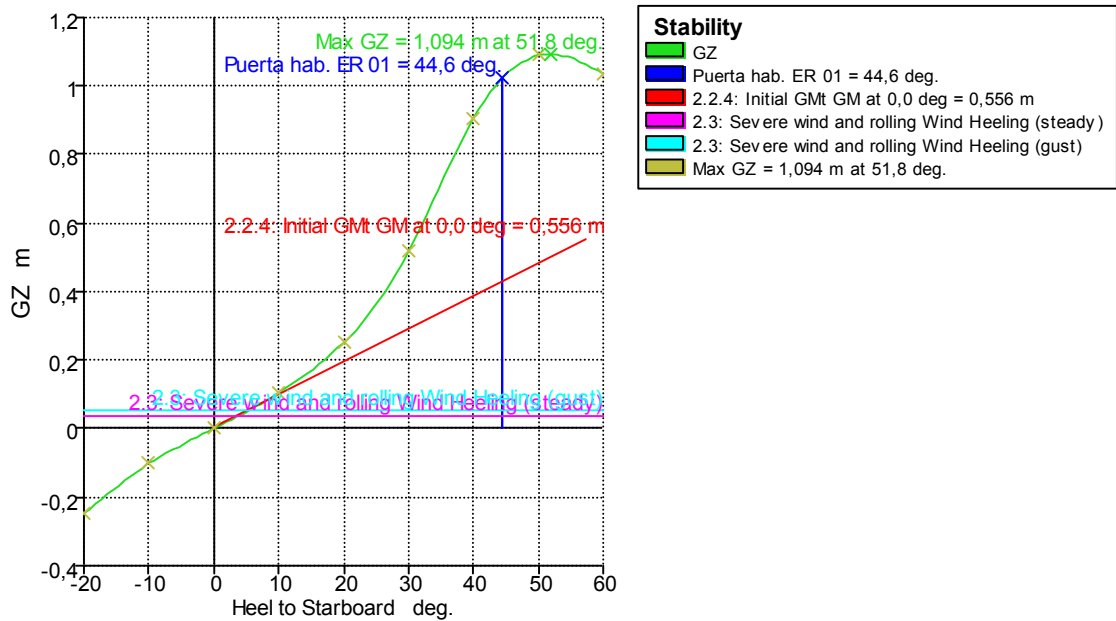
7.2.1. Tabla de pesos

Elemento	% Llenado	Masa total (tn)	X _G (m)	Y _G (m)	Z _G (m)	Mfs (tn*m)
Pesos locales		2.102,740	53,528	-0,006	9,594	0,000
PLC		1.461,978	58,117	0,000	6,510	0,000
PTC		2.735,280	58,493	0,000	6,510	0,000
Plátanos		3.565,788	67,201	0,000	8,170	0,000
Contenedores		810,000	64,800	0,000	15,111	0,000
Total CC		10.675,786	60,850	-0,001	8,325	0,000
Tripulación		1,500	18,136	0,000	18,192	0,000
Víveres		0,090	18,136	0,000	13,500	0,000
Respetos hélice		2,734	7,200	0,000	12,500	0,000
Respetos maquinaria		100,000	17,095	0,000	3,810	0,000
Estachas		5,000	121,842	0,000	12,500	0,000
Amarre de la carga		10,000	73,650	0,000	8,786	0,000
Pertrechos		10,000	18,136	0,000	10,500	0,000
Total Otros pesos		129,324	25,402	0,000	5,405	0,000
FO 01 B	17%	32,395	77,724	-3,000	1,756	188,646
FO 01 E	17%	32,395	77,724	3,000	1,756	188,646
FO 02 B	0%	0,000	83,622	-3,000	1,500	0,000
FO 02 E	0%	0,000	83,622	3,000	1,500	0,000
FO DU 01	0%	0,000	23,546	0,000	7,500	0,000
FO SED 01 B	0%	0,000	23,546	-4,500	7,500	0,000
FO SED 01 E	0%	0,000	23,546	4,500	7,500	0,000
Total FO	9,95%	64,791	77,724	0,000	1,756	377,292
DO 01 B	16%	10,171	92,025	-2,263	1,740	0,000
DO 01 E	16%	10,171	92,025	2,263	1,740	0,000
DO 02 B	0%	0,000	95,050	-2,000	1,500	0,000
DO 02 E	0%	0,000	95,050	2,000	1,500	0,000
DO DU 01 B	0%	0,000	23,546	-6,500	7,500	0,000
DO DU 01 E	0%	0,000	23,546	6,500	7,500	0,000
Total DO	10,02%	20,342	92,025	0,000	1,740	0,000
BW 01	0%	0,000	122,966	0,000	0,000	0,000
BW 02	0%	0,000	106,493	0,000	1,500	0,000
BW 03 B	100%	57,845	103,193	-1,961	0,927	0,000
BW 03 E	100%	57,845	103,193	1,961	0,927	0,000

BW 04	0%	0,000	95,050	0,000	1,500	0,000
BW 05 B	100%	193,898	82,133	-3,800	0,821	0,000
BW 05 E	100%	193,898	82,133	3,800	0,821	0,000
BW 06 B	0%	0,000	72,354	-7,675	1,500	0,000
BW 06 E	0%	0,000	72,354	7,675	1,500	0,000
BW 07 B	0%	0,000	60,895	-2,807	0,001	0,000
BW 07 E	0%	0,000	60,895	2,807	0,001	0,000
BW 12 B	0%	0,000	49,436	-0,756	0,001	0,000
BW 12 E	0%	0,000	49,436	0,756	0,001	0,000
BW 08 B	0%	0,000	26,517	-0,750	0,003	0,000
BW 08 E	0%	0,000	26,517	0,750	0,003	0,000
BW 09	0%	0,000	7,769	0,000	0,047	0,000
BW 10	0%	0,000	106,493	0,000	4,500	0,000
BW 11	0%	0,000	95,262	0,000	4,500	0,000
Total BW	15,26%	503,487	86,972	0,000	0,846	0,000
FW 01 B (Consumo)	10%	2,051	-2,955	-1,468	7,655	0,000
FW 01 E (Consumo)	10%	2,051	-2,955	1,468	7,655	0,000
FW 02 (Técnica)	10%	0,585	9,303	0,000	0,254	0,000
Total FW	10%	4,687	-1,426	0,000	6,732	0,000
Aguas G&N 01 B	100%	14,692	24,666	-1,542	0,881	0,000
Aguas G&N 01 E	100%	14,692	24,666	1,542	0,881	0,000
Total G&N	100%	29,385	24,666	0,000	0,881	0,000
LO 01 B	10%	1,899	24,977	-8,069	7,674	0,000
LO 01 E	10%	1,899	24,977	8,069	7,674	0,000
Total LO	10%	3,798	24,977	0,000	7,674	0,000
Sentina 03 (Lodos)	100%	8,912	12,195	0,000	0,924	0,000
Sentina 01 (Residuos)	100%	31,599	20,445	0,000	0,886	0,000
Sentina 02 (Residuos)	100%	19,521	15,789	0,000	0,896	0,000
Total SE	100%	60,033	17,706	0,000	0,895	0,000
Total Loadcase		11.491,631	61,391	-0,001	7,857	377,292
FS correction					0,033	
VCG fluid					7,889	

7.2.2. Resultados

Ángulo de escora a estribor (°)	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
GZ (m)	0,001	0,104	0,251	0,518	0,903	1,090	1,036
Área bajo la curva de GZ desde escora 0° (m*rad)	0,000	0,009	0,039	0,104	0,228	0,406	0,594
Desplazamiento (tn)	11.492,000	11.492,000	11.492,000	11.492,000	11.492,000	11.492,000	11.492,000
Calado en PPr (m)	6,721	6,738	6,779	6,782	6,536	5,955	5,109
Calado en PPp (m)	7,596	7,536	7,352	7,027	6,589	6,209	5,715
Eslora en la flotación (m)	137,956	137,893	137,707	137,635	138,315	139,073	139,363
Manga máxima en la flotación (m)	20,000	20,307	21,281	22,748	20,842	19,550	17,994
Superficie mojada (m ²)	3.202,076	3.201,864	3.209,567	3.258,725	3.401,328	3.490,883	3.526,735
Área de la flotación (m ²)	1.957,553	1.971,150	2.026,246	2.158,843	2.177,636	2.060,908	1.945,575
Coefficiente prismático (C _p)	0,580	0,582	0,589	0,604	0,623	0,641	0,654
Coefficiente de bloque (C _B)	0,540	0,483	0,415	0,360	0,375	0,392	0,427
LCB desde PPp (+ a proa) (m)	61,365	61,368	61,374	61,385	61,391	61,387	61,382
LCF desde PPp (+ a proa) (m)	56,491	56,835	57,699	59,015	61,395	63,728	65,265
Inclinación máxima de la cubierta (°)	0,392	10,006	20,001	30,000	40,000	50,000	60,000
Ángulo de asiento (+ a popa) (°)	0,392	0,358	0,257	0,110	0,024	0,114	0,271



7.2.3. Comprobación del cumplimiento de los criterios

Datos	Requerido	Condición
Δ (ton)		11.491,631
T_{popa} (m)	$\geq 5,150$	7,596
Asiento (m)	$\leq 1,965 $	0,875
GM inicial (m)	$\geq 0,15$	0,556
GZ ₃₀ (m*rad)	$\geq 0,055$	0,104
GZ ₄₀ (m*rad)	$\geq 0,09$	0,228
GZ ₄₀ -GZ ₃₀ (m*rad)	$\geq 0,03$	0,124
GZ _{máximo} (°)	≥ 25	51,800
φ_0 (°)	< 16	3,500
b/a	≥ 1	23,344

7.3. Condición intermedia 1: Navegación a plena carga de plátanos con el 50 % de los consumos (Tanque BW 05 B/E al 35%)

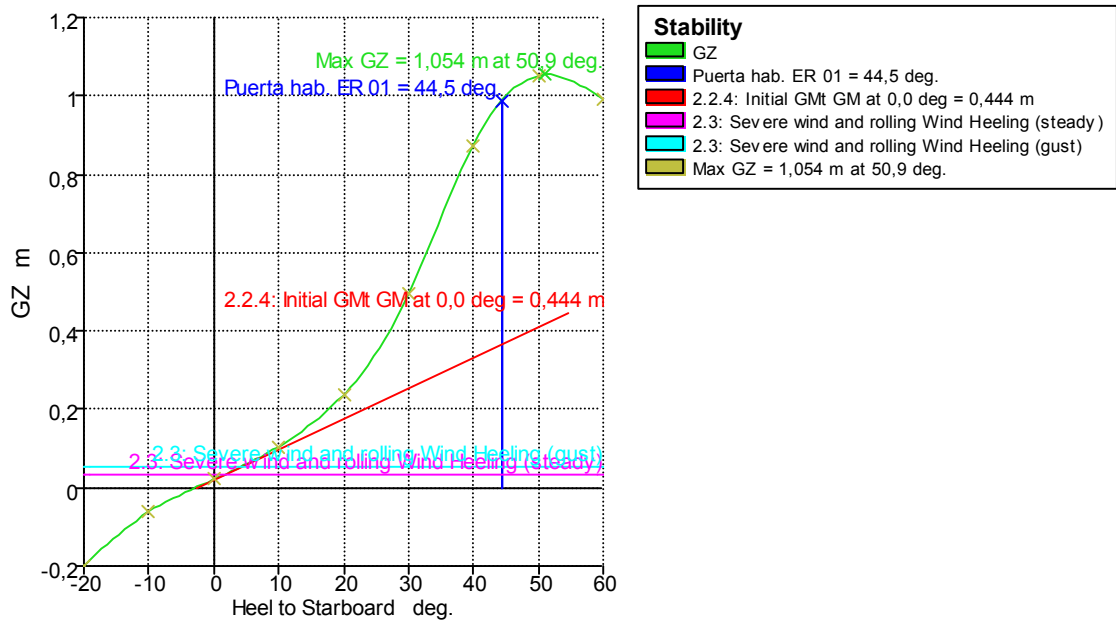
7.3.1. Tabla de pesos

Elemento	% Llenado	Masa total (tn)	X _G (m)	Y _G (m)	Z _G (m)	Mfs (tn*m)
Pesos locales		2.102,740	53,528	-0,006	9,594	0,000
PLC		1.461,978	58,117	0,000	6,510	0,000
PTC		2.735,280	58,493	0,000	6,510	0,000
Plátanos		3.565,788	67,201	0,000	8,170	0,000
Contenedores		810,000	64,800	0,000	15,111	0,000
Total CC		10.675,786	60,850	-0,001	8,325	0,000
Tripulación		1,500	18,136	0,000	18,192	0,000
Víveres		0,090	18,136	0,000	13,500	0,000
Respetos hélice		2,734	7,200	0,000	12,500	0,000
Respetos maquinaria		100,000	17,095	0,000	3,810	0,000
Estachas		5,000	121,842	0,000	12,500	0,000
Amarre de la carga		10,000	73,650	0,000	8,786	0,000
Pertrechos		10,000	18,136	0,000	10,500	0,000
Total Otros pesos		129,324	25,402	0,000	5,405	0,000
FO 01 B	85,50%	162,930	77,846	-3,000	2,783	188,646
FO 01 E	85,50%	162,930	77,846	3,000	2,783	188,646
FO 02 B	0%	0,000	83,622	-3,000	1,500	0,000
FO 02 E	0%	0,000	83,622	3,000	1,500	0,000
FO DU 01	0%	0,000	23,546	0,000	7,500	0,000
FO SED 01 B	0%	0,000	23,546	-4,500	7,500	0,000
FO SED 01 E	0%	0,000	23,546	4,500	7,500	0,000
Total FO	50,05%	325,860	77,846	0,000	2,783	377,292
DO 01 B	80%	50,854	92,058	-2,260	2,700	0,000
DO 01 E	80%	50,854	92,058	2,260	2,700	0,000
DO 02 B	0%	0,000	95,050	-2,000	1,500	0,000
DO 02 E	0%	0,000	95,050	2,000	1,500	0,000
DO DU 01 B	0%	0,000	23,546	-6,500	7,500	0,000
DO DU 01 E	0%	0,000	23,546	6,500	7,500	0,000
Total DO	50,09%	101,708	92,058	0,000	2,700	0,000
BW 01	0%	0,000	122,966	0,000	0,000	0,000
BW 02	0%	0,000	106,493	0,000	1,500	0,000
BW 03 B	100%	57,845	103,193	-1,961	0,927	0,000
BW 03 E	100%	57,845	103,193	1,961	0,927	0,000

BW 04	0%	0,000	95,050	0,000	1,500	0,000
BW 05 B	0%	0,000	72,354	-0,767	0,001	0,000
BW 05 E	35%	67,864	81,327	3,431	0,348	638,595
BW 06 B	35%	67,631	81,963	-6,916	2,135	125,487
BW 06 E	0%	0,000	72,354	7,675	1,500	0,000
BW 07 B	0%	0,000	60,895	-2,807	0,001	0,000
BW 07 E	0%	0,000	60,895	2,807	0,001	0,000
BW 12 B	0%	0,000	49,436	-0,756	0,001	0,000
BW 12 E	0%	0,000	49,436	0,756	0,001	0,000
BW 08 B	0%	0,000	26,517	-0,750	0,003	0,000
BW 08 E	0%	0,000	26,517	0,750	0,003	0,000
BW 09	0%	0,000	7,769	0,000	0,047	0,000
BW 10	0%	0,000	106,493	0,000	4,500	0,000
BW 11	0%	0,000	95,267	0,000	4,500	0,000
Total BW	7,61%	251,185	91,570	-0,935	1,096	764,082
FW 01 B (Consumo)	50%	10,256	-2,963	-1,494	8,255	0,000
FW 01 E (Consumo)	50%	10,256	-2,963	1,494	8,255	0,000
FW 02 (Técnica)	50%	2,923	9,301	0,000	0,613	0,000
Total FW	50%	23,435	-1,434	0,000	7,302	0,000
Aguas G&N 01 B	50%	7,346	24,663	-1,266	0,543	0,000
Aguas G&N 01 E	50%	7,346	24,663	1,266	0,543	0,000
Total G&N	50%	14,692	24,663	0,000	0,543	0,000
LO 01 B	50%	9,494	24,983	-8,166	8,318	0,000
LO 01 E	50%	9,494	24,983	8,166	8,318	0,000
Total LO	50%	18,988	24,983	0,000	8,318	0,000
Sentina 03 (Lodos)	50%	4,456	12,196	0,000	0,605	0,000
Sentina 01 (Residuos)	50%	15,799	20,427	0,000	0,549	0,000
Sentina 02 (Residuos)	50%	9,761	15,791	0,000	0,564	0,000
Total SE	50%	30,016	17,698	0,000	0,562	0,000
Total Loadcase		11.570,996	61,531	-0,021	7,897	1.141,374
FS correction					0,099	
VCG fluid					7,996	

7.3.2. Resultados

Ángulo de escora a estribor (°)	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
GZ (m)	0,021	0,105	0,238	0,496	0,873	1,052	0,990
Área bajo la curva de GZ desde escora 0° (m*rad)	0,001	0,011	0,039	0,101	0,221	0,393	0,573
Desplazamiento (tn)	11.571,000	11.571,000	11.571,000	11.571,000	11.571,000	11.572,000	11.571,000
Calado en PPr (m)	6,839	6,856	6,896	6,895	6,644	6,072	5,255
Calado en PPp (m)	7,573	7,514	7,330	7,008	6,579	6,210	5,726
Eslora en la flotación (m)	137,467	137,356	136,957	136,825	138,049	138,967	139,356
Manga máxima en la flotación (m)	20,000	20,307	21,281	22,773	20,826	19,511	17,978
Superficie mojada (m ²)	3.214,890	3.214,660	3.222,659	3.273,838	3.419,604	3.509,213	3.543,914
Área de la flotación (m ²)	1.958,060	1.971,768	2.028,018	2.164,306	2.179,761	2.059,208	1.945,127
Coefficiente prismático (C _p)	0,582	0,585	0,593	0,608	0,625	0,643	0,656
Coefficiente de bloque (C _B)	0,546	0,486	0,418	0,363	0,378	0,394	0,429
LCB desde PPp (+ a proa) (m)	61,513	61,515	61,522	61,533	61,538	61,533	61,528
LCF desde PPp (+ a proa) (m)	56,536	56,881	57,758	59,125	61,495	63,713	65,282
Inclinación máxima de la cubierta (°)	0,329	10,004	20,001	30,000	40,000	50,000	60,000
Ángulo de asiento (+ a popa) (°)	0,329	0,295	0,194	0,051	-0,030	0,062	0,211



7.3.3. Comprobación del cumplimiento de los criterios

Datos	Requerido	Condición
Δ (ton)		11.570,996
T_{popa} (m)	$\geq 5,150$	7,573
Asiento (m)	$\leq 1,965 $	0,734
GM inicial (m)	$\geq 0,15$	0,444
GZ ₃₀ (m*rad)	$\geq 0,055$	0,101
GZ ₄₀ (m*rad)	$\geq 0,09$	0,221
GZ ₄₀ -GZ ₃₀ (m*rad)	$\geq 0,03$	0,120
GZ _{máximo} (°)	≥ 25	50,900
φ_0 (°)	< 16	1,700
b/a	≥ 1	25,382

7.4. Condición 3: Salida en lastre con el 100% de los consumos

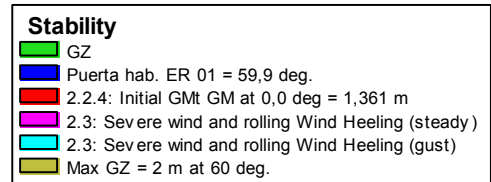
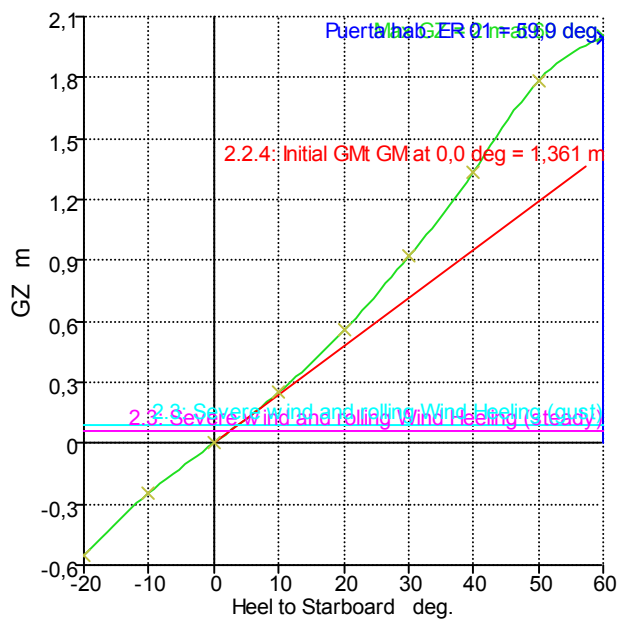
7.4.1. Tabla de pesos

Elemento	% Llenado	Masa total (tn)	X _G (m)	Y _G (m)	Z _G (m)	Mfs (tn*m)
Pesos locales		2.102,740	53,528	-0,006	9,594	0,000
PLC		1.461,978	58,117	0,000	6,510	0,000
PTC		2.735,280	58,493	0,000	6,510	0,000
Total CC		6.299,998	56,748	-0,002	7,539	0,000
Tripulación		1,500	18,136	0,000	18,192	0,000
Viveres		0,900	18,136	0,000	13,500	0,000
Respetos hélice		2,734	7,200	0,000	12,500	0,000
Respetos maquinaria		100,000	17,095	0,000	3,810	0,000
Estachas		5,000	121,842	0,000	12,500	0,000
Amarre de la carga		10,000	73,650	0,000	8,786	0,000
Pertrechos		10,000	18,136	0,000	10,500	0,000
Total Otros pesos		130,134	25,357	0,000	5,456	0,000
FO 01 B	97%	184,844	77,875	-3,000	2,955	188,646
FO 01 E	97%	184,844	77,875	3,000	2,955	188,646
FO 02 B	98%	85,594	86,365	-2,758	2,970	0,000
FO 02 E	98%	85,594	86,365	2,758	2,970	0,000
FO DU 01	98%	46,687	24,960	0,000	8,970	0,000
FO SED 01 B	98%	23,344	24,960	-4,500	8,970	0,000
FO SED 01 E	98%	23,344	24,960	4,500	8,970	0,000
Total FO	97,41%	634,251	72,377	0,000	3,845	377,292
DO 01 B	98%	62,296	92,065	-2,259	2,970	0,000
DO 01 E	98%	62,296	92,065	2,259	2,970	0,000
DO 02 B	98%	30,283	96,733	-1,762	2,970	0,000
DO 02 E	98%	30,283	96,733	1,762	2,970	0,000
DO DU 01 B	98%	6,922	24,960	-6,500	8,970	0,000
DO DU 01 E	98%	6,922	24,960	6,500	8,970	0,000
Total DO	98%	199,002	88,818	0,000	3,387	0,000
BW 01	100%	330,042	126,791	0,000	8,807	0,000
BW 02	100%	200,399	111,534	0,000	3,051	0,000
BW 03 B	0%	0,000	95,760	-0,752	0,009	0,000
BW 03 E	0%	0,000	95,760	0,752	0,009	0,000
BW 04	0%	0,000	106,254	0,000	1,500	0,000
BW 05 B	0%	0,000	94,794	-0,752	0,001	0,000
BW 05 E	0%	0,000	94,794	0,752	0,001	0,000

BW 06 B	0%	0,000	94,998	-4,674	1,500	0,000
BW 06 E	0%	0,000	94,998	4,674	1,500	0,000
BW 07 B	0%	0,000	72,115	-0,767	0,001	0,000
BW 07 E	0%	0,000	72,115	0,767	0,001	0,000
BW 12 B	0%	0,000	60,655	-2,807	0,001	0,000
BW 12 E	0%	0,000	60,655	2,807	0,001	0,000
BW 08 B	0%	0,000	49,196	-0,756	0,003	0,000
BW 08 E	0%	0,000	49,196	0,756	0,003	0,000
BW 09	0%	0,000	7,769	0,000	0,047	0,000
BW 10	100%	230,075	111,383	0,000	6,040	0,000
BW 11	0%	0,000	106,254	0,000	4,500	0,000
Total BW	23,05%	760,517	118,109	0,000	6,453	0,000
FW 01 B (Consumo)	0%	0,000	-1,846	-1,500	7,500	0,000
FW 01 E (Consumo)	0%	0,000	-1,846	1,500	7,500	0,000
FW 02 (Técnica)	0%	0,000	10,628	0,000	0,000	0,000
Total FW	0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Aguas G&N 01 B	0%	0,000	26,366	-0,003	0,000	0,000
Aguas G&N 01 E	0%	0,000	26,366	0,003	0,000	0,000
Total G&N	0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LO 01 B	0%	0,000	26,340	-8,105	7,500	0,000
LO 01 E	0%	0,000	26,340	8,105	7,500	0,000
Total LO	0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sentina 03 (Lodos)	0%	0,000	13,488	0,000	0,000	0,000
Sentina 01 (Residuos)	0%	0,000	22,787	0,000	0,000	0,000
Sentina 02 (Residuos)	0%	0,000	17,786	0,000	0,000	0,000
Total SE	0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total Loadcase		8.023,902	64,086	-0,002	7,008	377,292
FS correction					0,047	
VCG fluid					7,055	

7.4.2. Resultados

Ángulo de escora a estribor (°)	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
GZ (m)	0,002	0,250	0,555	0,921	1,331	1,788	2,000
Área bajo la curva de GZ desde escora 0° (m*rad)	0,000	0,021	0,091	0,219	0,414	0,688	1,022
Desplazamiento (tn)	8.024,000	8.024,000	8.024,000	8.024,000	8.024,000	8.025,000	8.023,000
Calado en PPr (m)	5,460	5,486	5,550	5,580	5,382	4,632	3,311
Calado en PPp (m)	5,273	5,189	4,929	4,460	3,669	2,435	0,532
Eslora en la flotación (m)	131,030	131,013	130,967	130,930	132,028	133,891	135,290
Manga máxima en la flotación (m)	19,997	20,301	21,135	21,071	20,261	20,246	18,209
Superficie mojada (m²)	2.619,429	2.629,196	2.652,338	2.680,545	2.730,879	2.814,110	2.853,581
Área de la flotación (m²)	1.746,589	1.771,169	1.831,860	1.896,853	2.011,038	2.027,880	1.911,272
Coeficiente prismático (C_P)	0,575	0,578	0,589	0,604	0,606	0,602	0,604
Coeficiente de bloque (C_B)	0,547	0,453	0,377	0,341	0,333	0,325	0,365
LCB desde PPp (+ a proa) (m)	64,091	64,095	64,102	64,114	64,131	64,138	64,141
LCF desde PPp (+ a proa) (m)	61,365	61,272	61,214	61,432	62,566	64,476	65,561
Inclinación máxima de la cubierta (°)	0,084	10,001	20,002	30,003	40,004	50,003	60,002
Ángulo de asiento (+ a popa) (°)	-0,084	-0,133	-0,278	-0,502	-0,767	-0,983	-1,244



7.4.3. Comprobación del cumplimiento de los criterios

Datos	Requerido	Condición
Δ (ton)		8.023,902
T_{popa} (m)	$\geq 5,150$	5,273
Asiento (m)	$\leq 1,965 $	-0,188
GM inicial (m)	$\geq 0,15$	1,361
GZ_{30} (m*rad)	$\geq 0,055$	0,219
GZ_{40} (m*rad)	$\geq 0,09$	0,414
$GZ_{40}-GZ_{30}$ (m*rad)	$\geq 0,03$	0,195
$GZ_{\text{máximo}}$ (°)	≥ 25	60,000
φ_0 (°)	< 16	2,600
b/a	≥ 1	12,815

7.5. Condición 4: Llegada en lastre con el 10% de los consumos

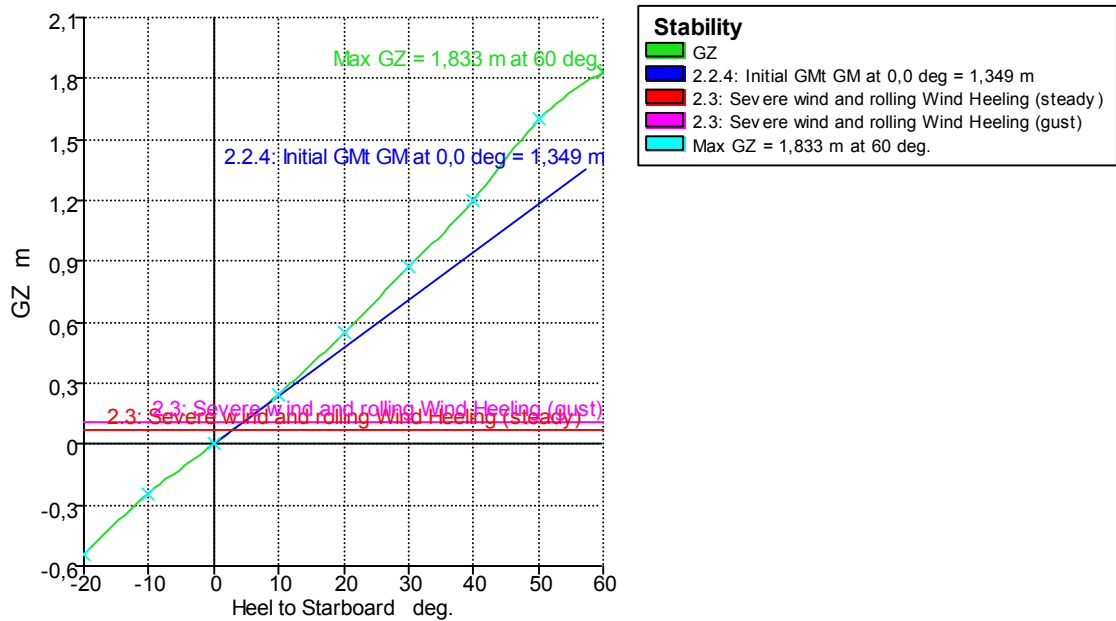
7.5.1. Tabla de pesos

Elemento	% Llenado	Masa total (tn)	X _G (m)	Y _G (m)	Z _G (m)	Mfs (tn*m)
Pesos locales		2.102,740	53,528	-0,006	9,594	0,000
PLC		1.461,978	58,117	0,000	6,510	0,000
PTC		2.735,280	58,493	0,000	6,510	0,000
Total CC		6.299,998	56,748	-0,002	7,539	0,000
Tripulación		1,500	18,136	0,000	18,192	0,000
Viveres		0,090	18,136	0,000	13,500	0,000
Respetos hélice		2,734	7,200	0,000	12,500	0,000
Respetos maquinaria		100,000	17,095	0,000	3,810	0,000
Estachas		5,000	121,842	0,000	12,500	0,000
Amarre de la carga		10,000	73,650	0,000	8,786	0,000
Pertrechos		10,000	18,136	0,000	10,500	0,000
Total Otros pesos		129,324	25,402	0,000	5,405	0,000
FO 01 B	17%	32,395	77,679	-3,000	1,756	188,646
FO 01 E	17%	32,395	77,679	3,000	1,756	188,646
FO 02 B	0%	0,000	83,622	-3,000	1,500	0,000
FO 02 E	0%	0,000	83,622	3,000	1,500	0,000
FO DU 01	0%	0,000	23,546	0,000	7,500	0,000
FO SED 01 B	0%	0,000	23,546	-4,500	7,500	0,000
FO SED 01 E	0%	0,000	23,546	4,500	7,500	0,000
Total FO	9,95%	64,791	77,679	0,000	1,756	377,292
DO 01 B	16%	10,171	92,014	-2,264	1,740	0,000
DO 01 E	16%	10,171	92,014	2,264	1,740	0,000
DO 02 B	0%	0,000	95,050	-2,000	1,500	0,000
DO 02 E	0%	0,000	95,050	2,000	1,500	0,000
DO DU 01 B	0%	0,000	23,546	-6,500	7,500	0,000
DO DU 01 E	0%	0,000	23,546	6,500	7,500	0,000
Total DO	10,02%	20,342	92,014	0,000	1,740	0,000
BW 01	100%	330,042	126,791	0,000	8,807	0,000
BW 02	100%	200,399	111,534	0,000	3,051	0,000
BW 03 B	0%	0,000	95,034	-0,752	0,009	0,000
BW 03 E	0%	0,000	95,034	0,752	0,009	0,000
BW 04	0%	0,000	95,050	0,000	1,500	0,000
BW 05 B	0%	0,000	72,354	-0,767	0,001	0,000
BW 05 E	0%	0,000	72,354	0,767	0,001	0,000

BW 06 B	0%	0,000	72,354	-7,675	1,500	0,000
BW 06 E	0%	0,000	72,354	7,675	1,500	0,000
BW 07 B	0%	0,000	60,895	-2,807	0,001	0,000
BW 07 E	0%	0,000	60,895	2,807	0,001	0,000
BW 12 B	0%	0,000	49,436	-0,756	0,001	0,000
BW 12 E	0%	0,000	49,436	0,756	0,001	0,000
BW 08 B	0%	0,000	26,517	-0,750	0,003	0,000
BW 08 E	0%	0,000	26,517	0,750	0,003	0,000
BW 09	0%	0,000	7,769	0,000	0,047	0,000
BW 10	100%	230,075	111,383	0,000	6,040	0,000
BW 11	0%	0,000	95,034	0,000	4,500	0,000
Total BW	23,05%	760,517	118,109	0,000	6,453	0,000
FW 01 B (Consumo)	10%	2,051	-2,958	-1,468	7,655	0,000
FW 01 E (Consumo)	10%	2,051	-2,958	1,468	7,655	0,000
FW 02 (Técnica)	10%	0,585	9,296	0,000	0,254	0,000
Total FW	10%	4,687	-1,430	0,000	6,732	0,000
Aguas G&N 01 B	100%	14,692	24,666	-1,542	0,881	0,000
Aguas G&N 01 E	100%	14,692	24,666	1,542	0,881	0,000
Total G&N	100%	29,385	24,666	0,000	0,881	0,000
LO 01 B	10%	1,899	24,973	-8,069	7,674	0,000
LO 01 E	10%	1,899	24,973	8,069	7,674	0,000
Total LO	10%	3,798	24,973	0,000	7,674	0,000
Sentina 03 (Lodos)	100%	8,912	12,195	0,000	0,924	0,000
Sentina 01 (Residuos)	100%	31,599	20,445	0,000	0,886	0,000
Sentina 02 (Residuos)	100%	19,521	15,789	0,000	0,896	0,000
Total SE	100%	60,033	17,706	0,000	0,895	0,000
Total Loadcase		7.372,873	62,310	-0,002	7,242	377,292
FS correction					0,051	
VCG fluid					7,293	

7.5.2. Resultados

Ángulo de escora a estribor (°)	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
GZ (m)	0,002	0,247	0,544	0,873	1,198	1,598	1,833
Área bajo la curva de GZ desde escora 0° (m*rad)	0,000	0,021	0,089	0,213	0,393	0,638	0,939
Desplazamiento (tn)	7.373,000	7.373,000	7.373,000	7.373,000	7.373,000	7.373,000	7.373,000
Calado en PPr (m)	4,404	4,428	4,485	4,494	4,294	3,545	1,963
Calado en PPp (m)	5,548	5,461	5,195	4,709	3,873	2,534	0,565
Eslora en la flotación (m)	130,970	130,968	130,963	131,530	132,740	133,731	134,166
Manga máxima en la flotación (m)	19,996	20,299	20,965	20,521	19,424	19,658	18,229
Superficie mojada (m ²)	2.503,144	2.512,946	2.534,088	2.551,883	2.569,314	2.655,408	2.701,836
Área de la flotación (m ²)	1.748,577	1.770,851	1.820,853	1.864,902	1.932,150	1.982,333	1.876,703
Coeficiente prismático (C _P)	0,568	0,573	0,585	0,598	0,596	0,590	0,592
Coeficiente de bloque (C _B)	0,503	0,441	0,367	0,335	0,330	0,319	0,351
LCB desde PPp (+ a proa) (m)	62,271	62,275	62,285	62,298	62,319	62,338	62,340
LCF desde PPp (+ a proa) (m)	61,269	61,134	61,014	61,035	61,413	63,234	64,515
Inclinación máxima de la cubierta (°)	0,512	10,010	20,002	30,000	40,000	50,001	60,001
Ángulo de asiento (+ a popa) (°)	0,512	0,462	0,318	0,096	-0,189	-0,453	-0,626



7.5.3. Comprobación del cumplimiento de los criterios

Datos	Requerido	Condición
Δ (ton)		7.372,873
T_{popa} (m)	$\geq 5,150$	5,548
Asiento (m)	$\leq 1,965 $	1,144
GM inicial (m)	$\geq 0,15$	1,349
GZ_{30} (m*rad)	$\geq 0,055$	0,213
GZ_{40} (m*rad)	$\geq 0,09$	0,393
$GZ_{40}-GZ_{30}$ (m*rad)	$\geq 0,03$	0,180
$GZ_{\text{máximo}}$ (°)	≥ 25	60,000
φ_0 (°)	< 16	3,000
b/a	≥ 1	12,351

7.6. Condición 5: Salida a plena carga de carne con el 100% de los consumos

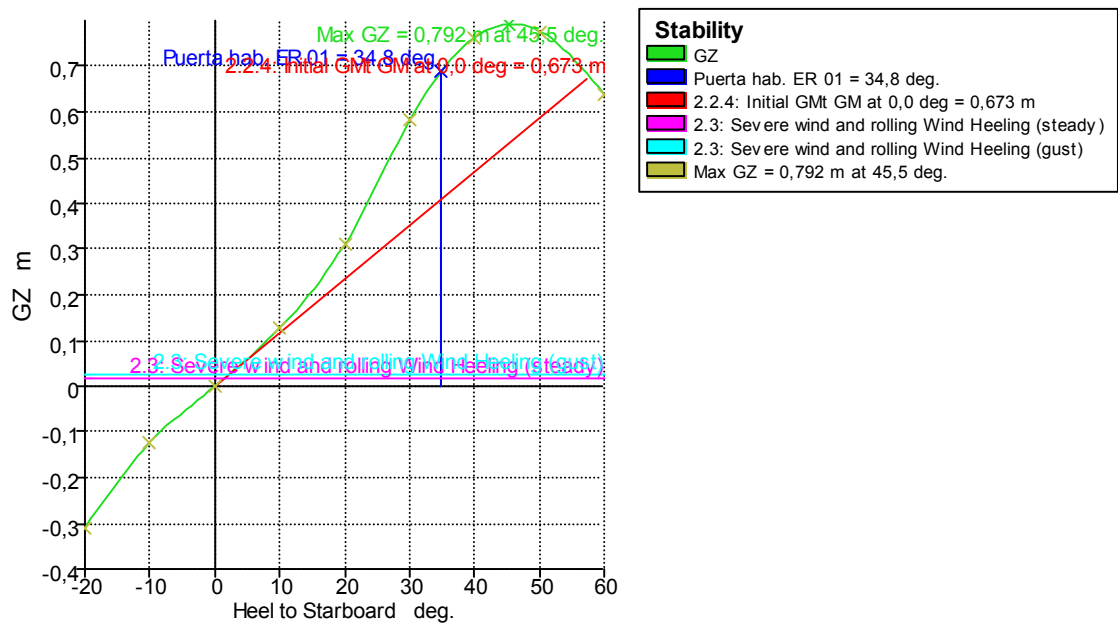
7.6.1. Tabla de pesos

Elemento	% Llenado	Masa total (tn)	X _G (m)	Y _G (m)	Z _G (m)	Mfs (tn*m)
Pesos locales		2.102,740	53,528	-0,006	9,594	0,000
PLC		1.461,978	58,117	0,000	6,510	0,000
PTC		2.735,280	58,493	0,000	6,510	0,000
Carne		7.261,242	67,201	0,000	8,170	0,000
Contenedores		810,000	64,800	0,000	15,111	0,000
Total CC		14.371,240	62,483	-0,001	8,285	0,000
Tripulación		1,500	18,136	0,000	18,192	0,000
Víveres		0,900	18,136	0,000	13,500	0,000
Respetos hélice		2,734	7,200	0,000	12,500	0,000
Respetos maquinaria		100,000	17,095	0,000	3,810	0,000
Estachas		5,000	121,842	0,000	12,500	0,000
Amarre de la carga		10,000	73,650	0,000	8,786	0,000
Pertrechos		10,000	18,136	0,000	10,500	0,000
Total Otros pesos		130,134	25,357	0,000	5,456	0,000
FO 01 B	97%	184,844	77,914	-3,000	2,955	188,646
FO 01 E	97%	184,844	77,914	3,000	2,955	188,646
FO 02 B	98%	85,594	86,374	-2,757	2,970	0,000
FO 02 E	98%	85,594	86,374	2,757	2,970	0,000
FO DU 01	98%	46,687	24,963	0,000	8,970	0,000
FO SED 01 B	98%	23,344	24,963	-4,500	8,970	0,000
FO SED 01 E	98%	23,344	24,963	4,500	8,970	0,000
Total FO	97,41%	634,251	72,402	0,000	3,845	377,292
DO 01 B	98%	62,296	92,075	-2,259	2,970	0,000
DO 01 E	98%	62,296	92,075	2,259	2,970	0,000
DO 02 B	98%	30,283	96,737	-1,762	2,970	0,000
DO 02 E	98%	30,283	96,737	1,762	2,970	0,000
DO DU 01 B	98%	6,922	24,963	-6,500	8,970	0,000
DO DU 01 E	98%	6,922	24,963	6,500	8,970	0,000
Total DO	98%	199,002	88,825	0,000	3,387	0,000
BW 01	0%	0,000	127,964	0,000	0,000	0,000
BW 02	0%	0,000	117,713	0,000	1,500	0,000
BW 03 B	0%	0,000	109,414	-0,750	0,009	0,000
BW 03 E	0%	0,000	109,414	0,750	0,009	0,000

BW 04	0%	0,000	106,254	0,000	1,500	0,000
BW 05 B	0%	0,000	94,794	-0,752	0,001	0,000
BW 05 E	0%	0,000	94,794	0,752	0,001	0,000
BW 06 B	0%	0,000	94,998	-4,674	1,500	0,000
BW 06 E	0%	0,000	94,998	4,674	1,500	0,000
BW 07 B	0%	0,000	72,115	-0,767	0,001	0,000
BW 07 E	0%	0,000	72,115	0,767	0,001	0,000
BW 12 B	0%	0,000	60,655	-2,807	0,001	0,000
BW 12 E	0%	0,000	60,655	2,807	0,001	0,000
BW 08 B	0%	0,000	49,196	-0,756	0,003	0,000
BW 08 E	0%	0,000	49,196	0,756	0,003	0,000
BW 09	0%	0,000	7,769	0,000	0,047	0,000
BW 10	0%	0,000	117,713	0,000	4,500	0,000
BW 11	0%	0,000	106,254	0,000	4,500	0,000
Total BW	0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FW 01 B (Consumo)	100%	20,513	-2,964	-1,497	9,004	0,000
FW 01 E (Consumo)	100%	20,513	-2,964	1,497	9,004	0,000
FW 02 (Técnica)	100%	5,845	9,315	0,000	0,927	0,000
Total FW	100%	46,871	-1,432	0,000	7,996	0,000
Aguas G&N 01 B	0%	0,000	26,370	-0,003	0,000	0,000
Aguas G&N 01 E	0%	0,000	26,370	0,003	0,000	0,000
Total G&N	0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LO 01 B	98%	18,609	24,986	-8,232	9,030	0,000
LO 01 E	98%	18,609	24,986	8,232	9,030	0,000
Total LO	98%	37,217	24,986	0,000	9,030	0,000
Sentina 03 (Lodos)	0%	0,000	13,504	0,000	0,000	0,000
Sentina 01 (Residuos)	0%	0,000	22,787	0,000	0,000	0,000
Sentina 02 (Residuos)	0%	0,000	17,786	0,000	0,000	0,000
Total SE	0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total Loadcase		15.418,715	62,633	-0,001	8,016	377,292
FS correction					0,024	
VCG fluid					8,041	

7.6.2. Resultados

Ángulo de escora a estribor (°)	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
GZ (m)	0,001	0,127	0,311	0,582	0,763	0,776	0,639
Área bajo la curva de GZ desde escora 0° (m*rad)	0,000	0,011	0,047	0,125	0,245	0,382	0,506
Desplazamiento (tn)	15.419,000	15.419,000	15.419,000	15.419,000	15.419,000	15.418,000	15.419,000
Calado en PPr (m)	9,943	9,903	9,771	9,547	9,355	9,302	9,376
Calado en PPp (m)	8,442	8,429	8,375	8,290	8,417	8,806	9,567
Eslora en la flotación (m)	135,225	135,169	134,989	134,682	134,414	134,332	137,069
Manga máxima en la flotación (m)	20,011	20,315	21,284	20,770	19,504	17,698	16,939
Superficie mojada (m ²)	3.780,837	3.792,097	3.832,709	3.965,424	4.123,196	4.236,050	4.299,275
Área de la flotación (m ²)	2.097,216	2.129,893	2.241,718	2.245,218	2.101,524	1.938,883	1.817,703
Coefficiente prismático (C _p)	0,616	0,618	0,626	0,643	0,673	0,703	0,710
Coefficiente de bloque (C _B)	0,559	0,532	0,471	0,460	0,473	0,509	0,519
LCB desde PPp (+ a proa) (m)	62,667	62,666	62,664	62,659	62,651	62,641	62,630
LCF desde PPp (+ a proa) (m)	57,912	58,442	59,895	61,370	63,026	64,187	65,158
Inclinación máxima de la cubierta (°)	0,672	10,021	20,008	30,004	40,001	50,000	60,000
Ángulo de asiento (+ a popa) (°)	-0,672	-0,660	-0,625	-0,562	-0,420	-0,222	0,085



7.6.3. Comprobación del cumplimiento de los criterios

Datos	Requerido	Condición
Δ (ton)		15.418,715
T_{popa} (m)	$\geq 5,150$	8,442
Asiento (m)	$\leq 1,965 $	-1,501
GM inicial (m)	$\geq 0,15$	0,673
GZ ₃₀ (m*rad)	$\geq 0,055$	0,125
GZ ₄₀ (m*rad)	$\geq 0,09$	0,179
GZ ₄₀ -GZ ₃₀ (m*rad)	$\geq 0,03$	0,054
GZ _{máximo} (°)	≥ 25	45,500
φ_0 (°)	< 16	1,500
b/a	≥ 1	16,808

7.7.Condición 6: Llegada a plena carga de carne con el 10% de los consumos

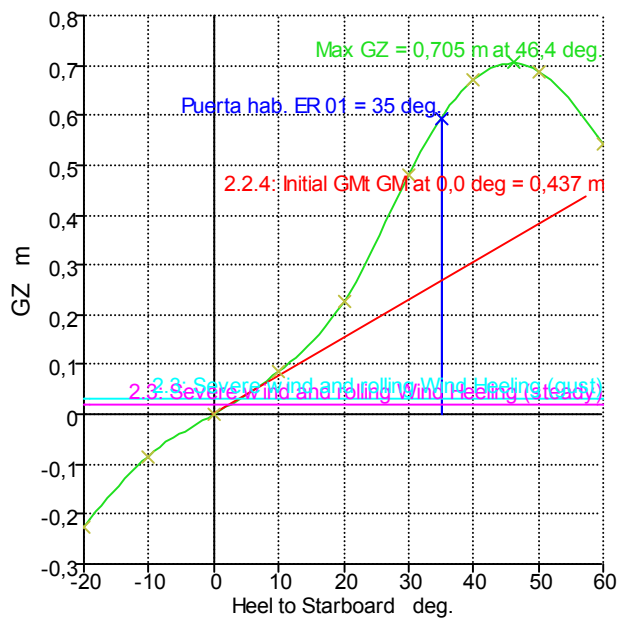
7.7.1. Tabla de pesos

Elemento	% Llenado	Masa total (tn)	X _G (m)	Y _G (m)	Z _G (m)	Mfs (tn*m)
Pesos locales		2.102,740	53,528	-0,006	9,594	0,000
PLC		1.461,978	58,117	0,000	6,510	0,000
PTC		2.735,280	58,493	0,000	6,510	0,000
Carne		7.261,242	67,201	0,000	8,170	0,000
Contenedores		810,000	64,800	0,000	15,111	0,000
Total CC		14.371,240	62,483	-0,001	8,285	0,000
Tripulación		1,500	18,136	0,000	18,192	0,000
Víveres		0,090	18,136	0,000	13,500	0,000
Respetos hélice		2,734	7,200	0,000	12,500	0,000
Respetos maquinaria		100,000	17,095	0,000	3,810	0,000
Estachas		5,000	121,842	0,000	12,500	0,000
Amarre de la carga		10,000	73,650	0,000	8,786	0,000
Pertrechos		10,000	18,136	0,000	10,500	0,000
Total Otros pesos		129,324	25,402	0,000	5,405	0,000
FO 01 B	16%	30,490	77,939	-3,000	1,740	188,646
FO 01 E	16%	30,490	77,939	3,000	1,740	188,646
FO 02 B	0%	0,000	89,278	-2,500	1,500	0,000
FO 02 E	0%	0,000	89,278	2,500	1,500	0,000
FO DU 01	0%	0,000	26,374	0,000	7,500	0,000
FO SED 01 B	0%	0,000	26,374	-4,500	7,500	0,000
FO SED 01 E	0%	0,000	26,374	4,500	7,500	0,000
Total FO	9,37%	60,980	77,939	0,000	1,740	377,292
DO 01 B	17%	10,806	92,080	-2,258	1,755	0,000
DO 01 E	17%	10,806	92,080	2,258	1,755	0,000
DO 02 B	0%	0,000	98,585	-1,500	1,500	0,000
DO 02 E	0%	0,000	98,585	1,500	1,500	0,000
DO DU 01 B	0%	0,000	26,374	-6,500	7,500	0,000
DO DU 01 E	0%	0,000	26,374	6,500	7,500	0,000
Total DO	10,64%	21,613	92,080	0,000	1,755	0,000
BW 01	0%	0,000	127,964	0,000	0,000	0,000
BW 02	0%	0,000	117,713	0,000	1,500	0,000
BW 03 B	0%	0,000	97,606	-0,751	0,009	0,000
BW 03 E	0%	0,000	97,606	0,751	0,009	0,000

BW 04	0%	0,000	106,254	0,000	1,500	0,000
BW 05 B	0%	0,000	94,794	-0,752	0,001	0,000
BW 05 E	0%	0,000	94,794	0,752	0,001	0,000
BW 06 B	0%	0,000	94,998	-4,674	1,500	0,000
BW 06 E	0%	0,000	94,998	4,674	1,500	0,000
BW 07 B	0%	0,000	72,115	-0,767	0,001	0,000
BW 07 E	0%	0,000	72,115	0,767	0,001	0,000
BW 12 B	0%	0,000	60,655	-2,807	0,001	0,000
BW 12 E	0%	0,000	60,655	2,807	0,001	0,000
BW 08 B	0%	0,000	49,196	-0,756	0,003	0,000
BW 08 E	0%	0,000	49,196	0,756	0,003	0,000
BW 09	100%	98,237	5,812	0,000	5,806	0,000
BW 10	0%	0,000	117,713	0,000	4,500	0,000
BW 11	0%	0,000	106,254	0,000	4,500	0,000
Total BW	2,98%	98,237	5,812	0,000	5,806	0,000
FW 01 B (Consumo)	10%	2,051	-2,940	-1,468	7,655	0,000
FW 01 E (Consumo)	10%	2,051	-2,940	1,468	7,655	0,000
FW 02 (Técnica)	10%	0,585	9,335	0,000	0,254	0,000
Total FW	10%	4,687	-1,409	0,000	6,732	0,000
Aguas G&N 01 B	100%	14,692	24,666	-1,542	0,881	0,000
Aguas G&N 01 E	100%	14,692	24,666	1,542	0,881	0,000
Total G&N	100%	29,385	24,666	0,000	0,881	0,000
LO 01 B	10%	1,899	24,997	-8,070	7,674	0,000
LO 01 E	10%	1,899	24,997	8,070	7,674	0,000
Total LO	10%	3,798	24,997	0,000	7,674	0,000
Sentina 03 (Lodos)	100%	8,912	12,195	0,000	0,924	0,000
Sentina 01 (Residuos)	100%	31,599	20,445	0,000	0,886	0,000
Sentina 02 (Residuos)	100%	19,521	15,789	0,000	0,896	0,000
Total SE	100%	60,033	17,706	0,000	0,895	0,000
Total Loadcase		14.779,296	61,602	-0,001	8,161	377,292
FS correction					0,026	
VCG fluid					8,187	

7.7.2. Resultados

Ángulo de escora a estribor (°)	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
GZ (m)	0,001	0,085	0,226	0,482	0,671	0,689	0,541
Área bajo la curva de GZ desde escora 0° (m*rad)	0,000	0,007	0,033	0,094	0,197	0,318	0,427
Desplazamiento (tn)	14.779,000	14.779,000	14.779,000	14.779,000	14.779,000	14.779,000	14.779,000
Calado en PPr (m)	9,027	9,010	8,932	8,736	8,474	8,220	7,964
Calado en PPp (m)	8,637	8,615	8,539	8,416	8,513	8,899	9,646
Eslora en la flotación (m)	133,997	133,978	133,887	133,662	133,367	133,094	135,485
Manga máxima en la flotación (m)	20,009	20,316	21,284	21,395	19,812	18,234	17,289
Superficie mojada (m ²)	3.670,810	3.680,539	3.714,372	3.838,799	4.001,329	4.112,272	4.170,994
Área de la flotación (m ²)	2.053,574	2.085,749	2.189,806	2.251,170	2.129,142	1.962,081	1.840,389
Coefficiente prismático (C _p)	0,621	0,623	0,629	0,644	0,674	0,704	0,711
Coefficiente de bloque (C _B)	0,596	0,534	0,469	0,443	0,461	0,490	0,506
LCB desde PPp (+ a proa) (m)	61,614	61,612	61,612	61,609	61,603	61,591	61,578
LCF desde PPp (+ a proa) (m)	56,574	57,127	58,486	60,500	62,984	64,352	65,486
Inclinación máxima de la cubierta (°)	0,175	10,002	20,001	30,000	40,000	50,000	60,001
Ángulo de asiento (+ a popa) (°)	-0,175	-0,177	-0,176	-0,143	0,017	0,304	0,753



Stability	
■	GZ
■	Puerta hab. ER 01 = 35 deg.
■	2.2.4: Initial GMt GM at 0,0 deg = 0,437 m
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
■	Max GZ = 0,705 m at 46,4 deg.

7.7.3. Comprobación del cumplimiento de los criterios

Datos	Requerido	Condición
Δ (ton)		14.779,296
T_{popa} (m)	$\geq 5,150$	8,637
Asiento (m)	$\leq 1,965 $	-0,390
GM inicial (m)	$\geq 0,15$	0,437
GZ ₃₀ (m*rad)	$\geq 0,055$	0,094
GZ ₄₀ (m*rad)	$\geq 0,09$	0,141
GZ ₄₀ -GZ ₃₀ (m*rad)	$\geq 0,03$	0,047
GZ _{máximo} (°)	≥ 25	46,400
φ_0 (°)	< 16	2,600
b/a	≥ 1	19,115

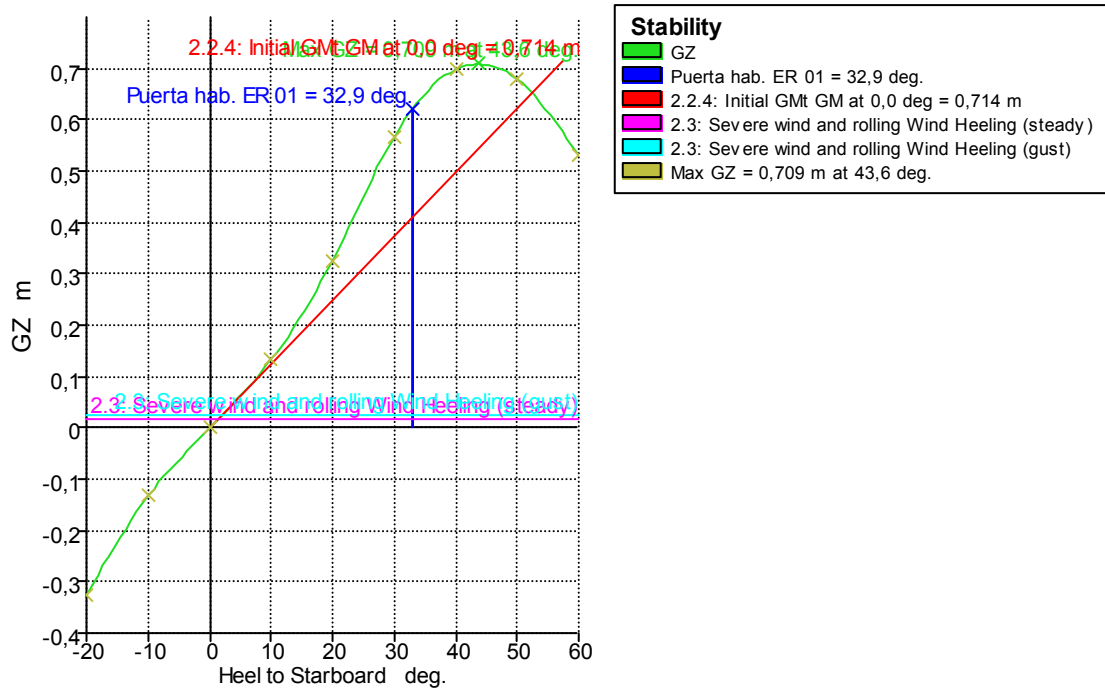
7.8. Condición 7: Calado máximo de escantillonado

Con esta condición se pretende descubrir si el buque pierde la estabilidad antes de alcanzar el calado máximo de escantillonado.

Para ello se ha supuesto una condición de carga con un peso total de 16.100 toneladas, cuyo centro de gravedad se sitúe a 62,60 m a proa de la perpendicular de popa y a 8,10 m sobre la línea base, características similares a las obtenidas en la condición de carga número 5, correspondiente a la condición de salida de puerto a plena carga de carne y contenedores, con el 100% de los consumos.

7.8.1. Resultados

Ángulo de escora a estribor (°)	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
GZ (m)	0,000	0,133	0,326	0,568	0,698	0,679	0,532
Área bajo la curva de GZ desde escora 0° (m*rad)	0,000	0,011	0,050	0,128	0,241	0,363	0,470
Desplazamiento (tn)	16.100,000	16.100,000	16.100,000	16.100,000	16.100,000	16.099,000	16.100,000
Calado en PPr (m)	10,334	10,283	10,119	9,898	9,745	9,773	9,990
Calado en PPp (m)	8,693	8,687	8,656	8,627	8,859	9,411	10,432
Eslora en la flotación (m)	135,756	135,685	135,458	135,153	134,934	134,953	137,673
Manga máxima en la flotación (m)	20,020	20,314	21,284	20,097	19,121	17,422	16,679
Superficie mojada (m ²)	3.882,639	3.893,473	3.937,206	4.088,108	4.245,910	4.358,290	4.423,921
Área de la flotación (m ²)	2.133,251	2.165,249	2.282,777	2.219,133	2.061,529	1.905,608	1.789,973
Coeficiente prismático (C _p)	0,619	0,621	0,629	0,646	0,675	0,704	0,712
Coeficiente de bloque (C _B)	0,559	0,536	0,477	0,483	0,489	0,523	0,532
LCB desde PPp (+ a proa) (m)	62,637	62,636	62,632	62,627	62,618	62,606	62,594
LCF desde PPp (+ a proa) (m)	58,492	58,925	60,294	61,640	63,081	64,225	65,147
Inclinación máxima de la cubierta (°)	0,735	10,025	20,009	30,004	40,001	50,000	60,000
Ángulo de asiento (+ a popa) (°)	-0,735	-0,714	-0,655	-0,569	-0,397	-0,162	0,198



7.8.2. Comprobación del cumplimiento de los criterios

Datos	Requerido	Condición
Δ (ton)		0,000
T_{popa} (m)	$\geq 5,150$	8,693
Asiento (m)	$\leq 1,965 $	-1,641
GM inicial (m)	$\geq 0,15$	0,714
GZ_{30} (m*rad)	$\geq 0,055$	0,128
GZ_{40} (m*rad)	$\geq 0,09$	0,159
$GZ_{40}-GZ_{30}$ (m*rad)	$\geq 0,03$	0,030
$GZ_{\text{máximo}}$ (°)	≥ 25	43,600
φ_0 (°)	< 16	1,400
b/a	≥ 1	14,615

7.8.3. Conclusiones

A pesar de que el cumplimiento del criterio por el cual el área bajo la curva de brazos adrizantes entre los ángulos de escora de 30° y 40 no será inferior a 0,03 metro-radián es muy ajustado (0,0303), el buque cumpliría los criterios para un calado medio igual a 9,513 m. Este calado es mayor al máximo de escantillonado, por lo que el calado de escantillonado será el más restrictivo.

7.9. Tabla resumen de las condiciones

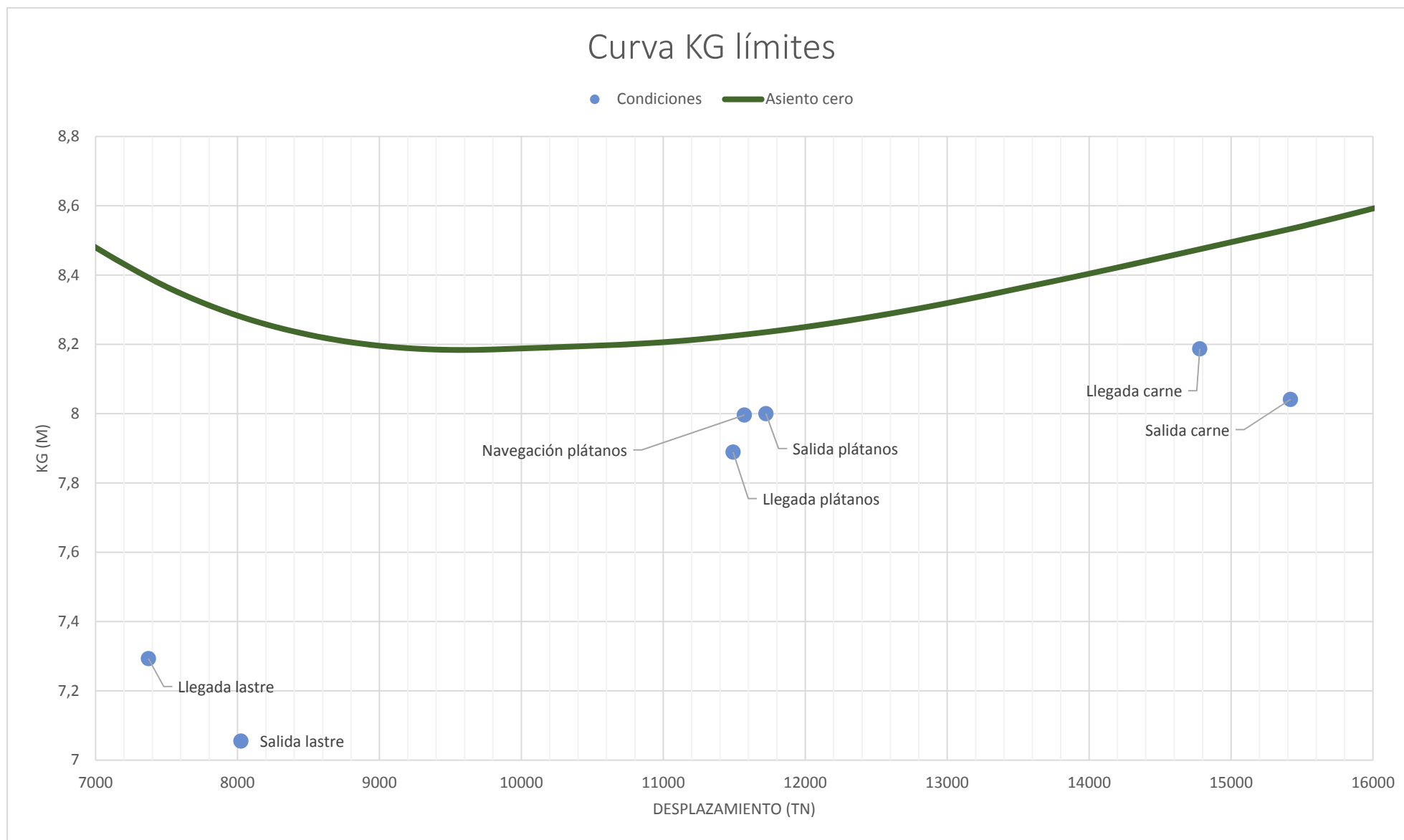
Datos	Requerido	C1	C2	CI 1	C3	C4	C5	C6
Δ (ton)		11.723,261	11.491,631	11.570,996	8.023,902	7.372,873	15.418,715	14.779,296
T_{popa} (m)	$\geq 5,150$	7,747	7,596	7,573	5,273	5,548	8,442	8,637
Asiento (m)	$\leq 1,965 $	0,957	0,875	0,734	-0,188	1,144	-1,501	-0,390
GM inicial (m)	$\geq 0,15$	0,459	0,556	0,444	1,361	1,349	0,673	0,437
GZ_{30} (m*rad)	$\geq 0,055$	0,091	0,104	0,101	0,219	0,213	0,125	0,094
GZ_{40} (m*rad)	$\geq 0,09$	0,205	0,228	0,221	0,414	0,393	0,179	0,141
$GZ_{40}-GZ_{30}$ (m*rad)	$\geq 0,03$	0,114	0,124	0,120	0,195	0,180	0,054	0,047
$GZ_{\text{máximo}}$ (°)	≥ 25	50,900	51,800	50,900	60,000	60,000	45,500	46,400
φ_0 (°)	< 16	4,000	3,500	1,700	2,600	3,000	1,500	2,600
b/a	≥ 1	24,072	23,344	25,382	12,815	12,351	16,808	19,115

8. Curva de KG máximos

El cálculo del $KG_{\text{máx}}$ tiene por objeto determinar la altura máxima que puede tener el centro de gravedad del buque de manera que cumpla con unos determinados criterios de estabilidad.

El procedimiento de cálculo consiste en determinar para cada valor del desplazamiento el valor del $KG_{\text{máx}}$ compatible con cada una de las condiciones impuestas por el criterio de estabilidad, determinando el menor de ellos.

Para las condiciones del buque dadas anteriormente, la curva de KG máximos se muestra en la página siguiente.



9. Resistencia longitudinal

Para la resistencia longitudinal se tendrán en cuenta los parámetros de la flotación final de cada condición de carga. Los pesos, tanques y el peso en rosca del buque se tendrán en cuenta con sus respectivas distribuciones.

Se calcularán los valores de cortante y momento en los mamparos característicos del buque, así como en la cuaderna maestra.

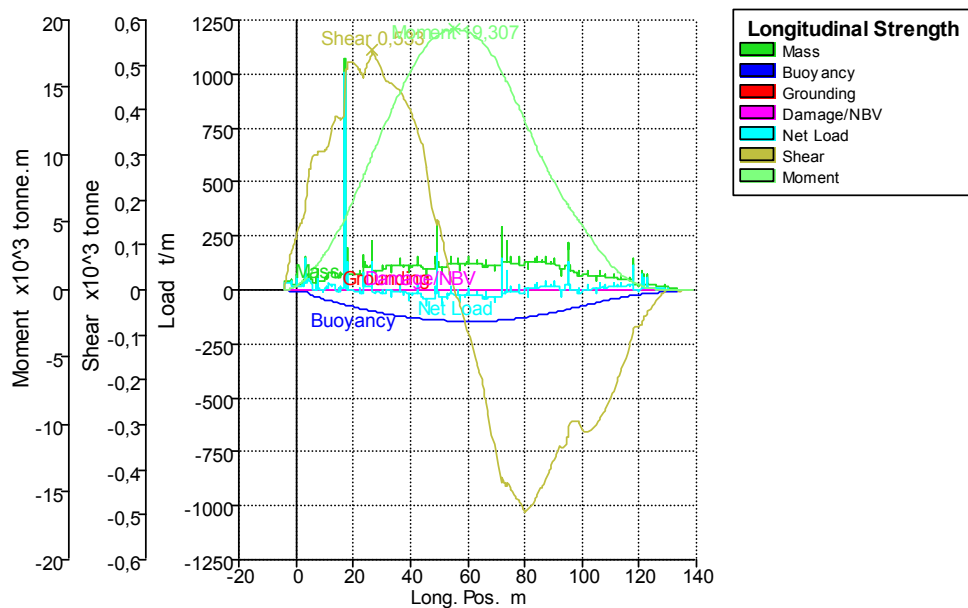
Se calculará la resistencia longitudinal para cada condición de carga comparándola con los límites de aguas tranquilas establecidos por el Bureau Veritas en su reglamento, demostrando de esa forma que en ninguna condición de carga se producen esfuerzos mayores que los estipulados. Esta forma de presentación, comparando los límites de diseño en cada condición de carga, es la recomendada por la IMO para los libros de estabilidad.

9.1. Curvas de pesos, empujes, fuerzas cortantes y momentos flectores

Una vez distribuidos correctamente los pesos del buque, sus tanques y la carga, se procede a analizar las distintas condiciones de carga del buque mediante el cálculo de la resistencia longitudinal, para así conocer las curvas de pesos, empujes, fuerzas cortantes y momentos flectores.

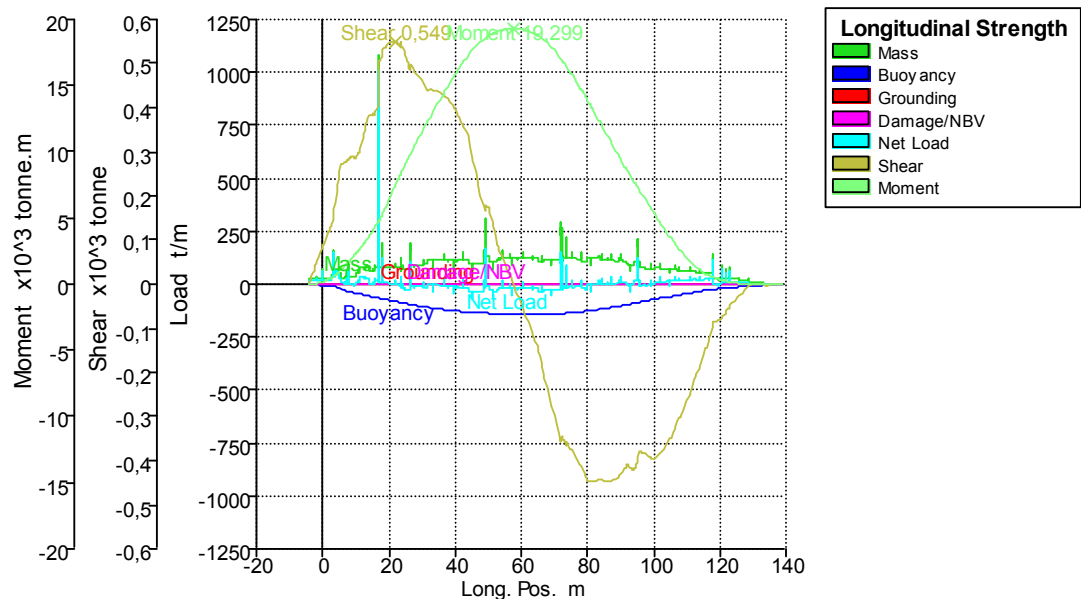
9.1.1. Condición 1: Salida a plena carga de plátanos con el 100% de los consumos

Cuaderna	Pos. Long. (m)	Masa (t/m)	Empuje (t/m)	Carga neta (t/m)	Cortante x10 ³ (tn)	Momento x10 ³ (tn*m)
st 0	0,000	69,635	-6,468	63,167	0,118	0,278
st 1/4	3,200	45,304	-10,123	35,181	0,179	0,746
st 1/2	6,400	29,634	-28,362	1,272	0,298	1,565
st 3/4	9,600	38,521	-42,341	-3,820	0,308	2,539
st 1	12,800	78,964	-53,647	25,317	0,363	3,587
st 1 1/2	19,200	74,980	-75,643	-0,663	0,507	6,278
st 2	25,600	109,444	-95,242	14,202	0,511	9,441
st 2 1/2	32,000	112,018	-112,486	-0,468	0,462	12,642
st 3	38,400	113,479	-125,475	-11,997	0,420	15,502
st 3 1/2	44,800	96,208	-134,805	-38,597	0,297	17,860
st 4	51,200	108,726	-140,551	-31,825	0,117	19,081
st 5	64,000	123,609	-145,492	-21,883	-0,180	18,566
st 6	76,800	125,507	-134,045	-8,538	-0,459	14,042
st 6 1/2	83,200	131,429	-121,835	9,595	-0,471	10,977
st 7	89,600	120,225	-105,837	14,387	-0,385	8,219
st 7 1/2	96,000	89,013	-86,833	2,179	-0,294	5,995
st 8	102,400	68,379	-67,089	1,290	-0,314	4,058
st 8 1/2	108,800	59,943	-48,236	11,707	-0,258	2,195
st 9	115,200	50,396	-31,128	19,267	-0,153	0,865
st 9 1/4	118,400	25,137	-24,098	1,039	-0,084	0,488
st 9 1/2	121,600	24,405	-18,879	5,526	-0,066	0,239
st 9 3/4	124,800	22,724	-14,365	8,360	-0,034	0,086
st 10	128,000	17,751	-11,434	6,316	-0,009	0,018



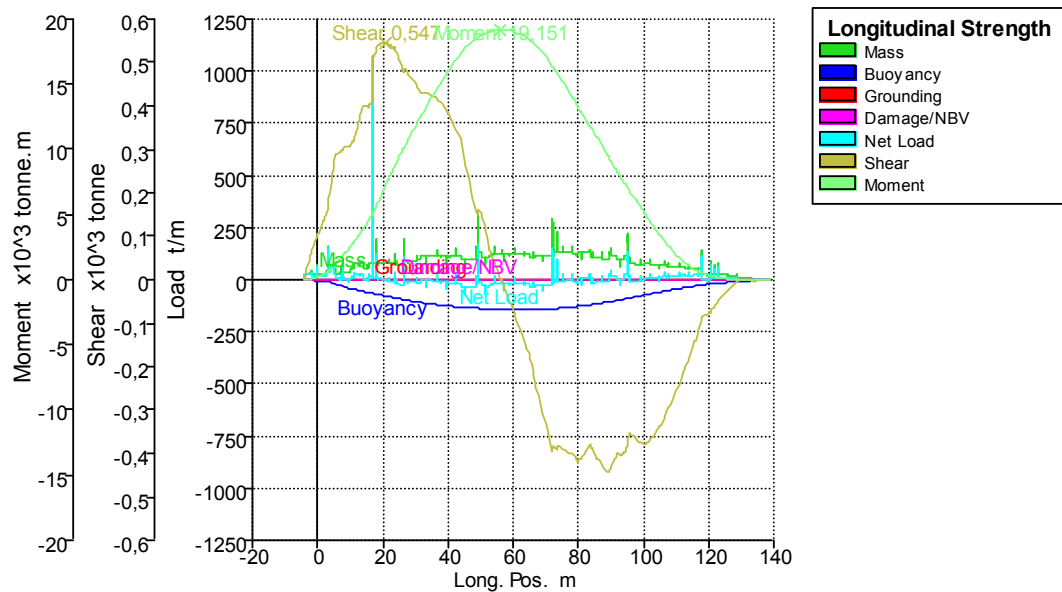
9.1.2. Condición 2: Llegada a plena carga de plátanos con el 10% de los consumos

Cuaderna	Pos. Long. (m)	Masa (t/m)	Empuje (t/m)	Carga neta (t/m)	Cortante x10 ³ (tn)	Momento x10 ³ (tn*m)
st 0	0,000	69,635	-5,236	64,399	0,085	0,177
st 1/4	3,200	45,304	-8,689	36,615	0,150	0,548
st 1/2	6,400	29,634	-26,721	2,913	0,274	1,284
st 3/4	9,600	36,635	-40,484	-3,849	0,287	2,189
st 1	12,800	82,463	-51,554	30,909	0,353	3,181
st 1 1/2	19,200	80,841	-73,273	7,568	0,541	5,939
st 2	25,600	68,809	-92,732	-23,923	0,505	9,396
st 2 1/2	32,000	112,018	-109,909	2,109	0,440	12,415
st 3	38,400	113,479	-122,909	-9,430	0,414	15,184
st 3 1/2	44,800	96,208	-132,305	-36,096	0,307	17,557
st 4	51,200	108,726	-138,127	-29,401	0,143	18,896
st 5	64,000	123,609	-143,231	-19,621	-0,124	18,910
st 6	76,800	119,493	-131,987	-12,493	-0,397	15,238
st 6 1/2	83,200	122,235	-119,947	2,288	-0,445	12,466
st 7	89,600	113,663	-104,180	9,483	-0,436	9,623
st 7 1/2	96,000	80,603	-85,464	-4,861	-0,378	6,977
st 8	102,400	74,748	-66,036	8,712	-0,381	4,488
st 8 1/2	108,800	63,712	-47,498	16,214	-0,288	2,325
st 9	115,200	52,459	-30,695	21,764	-0,160	0,883
st 9 1/4	118,400	25,137	-23,797	1,341	-0,085	0,493
st 9 1/2	121,600	24,405	-18,696	5,709	-0,067	0,241
st 9 3/4	124,800	22,724	-14,271	8,453	-0,034	0,087
st 10	128,000	17,751	-11,426	6,325	-0,009	0,018



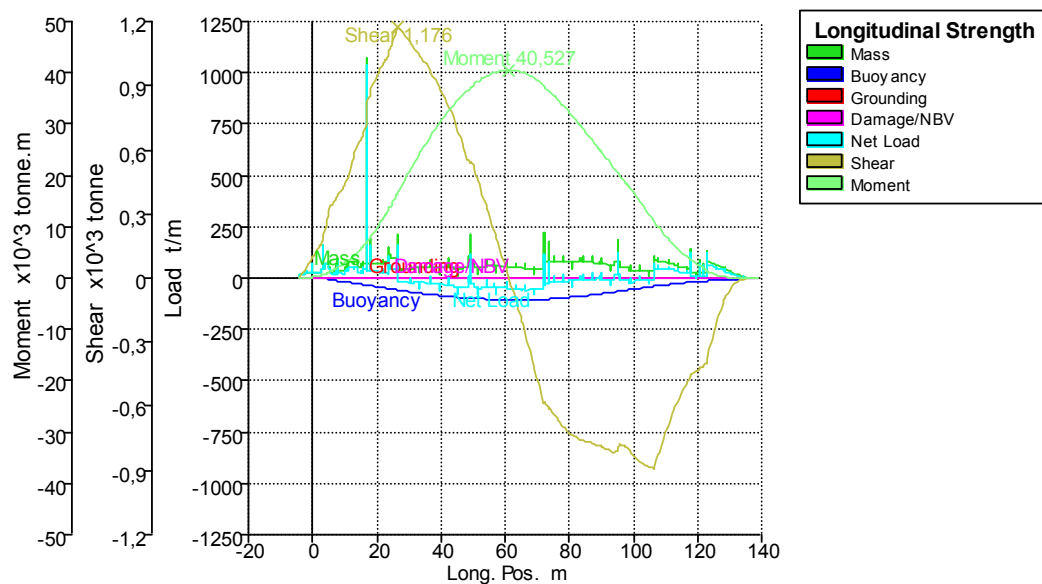
9.1.3. Condición intermedia 1: Navegación a plena carga de plátanos con el 50 % de los consumos (Tanque BW 05 B/E al 35%)

Cuaderna	Pos. Long. (m)	Masa (t/m)	Empuje (t/m)	Carga neta (t/m)	Cortante x10 ³ (tn)	Momento x10 ³ (tn*m)
st 0	0,000	69,635	-5,081	64,554	0,102	0,227
st 1/4	3,200	45,304	-8,537	36,767	0,168	0,653
st 1/2	6,400	29,634	-26,592	3,042	0,292	1,446
st 3/4	9,600	37,464	-40,368	-2,904	0,307	2,410
st 1	12,800	80,713	-51,482	29,230	0,370	3,465
st 1 1/2	19,200	77,940	-73,311	4,630	0,544	6,294
st 2	25,600	69,877	-92,890	-23,013	0,495	9,711
st 2 1/2	32,000	112,018	-110,198	1,821	0,429	12,667
st 3	38,400	113,479	-123,300	-9,821	0,401	15,363
st 3 1/2	44,800	96,208	-132,819	-36,611	0,292	17,646
st 4	51,200	108,726	-138,777	-30,051	0,124	18,873
st 5	64,000	123,609	-144,164	-20,555	-0,153	18,579
st 6	76,800	129,363	-133,188	-3,825	-0,397	14,546
st 6 1/2	83,200	133,323	-121,243	12,079	-0,386	11,959
st 7	89,600	120,198	-105,502	14,696	-0,439	9,299
st 7 1/2	96,000	80,603	-86,712	-6,109	-0,356	6,731
st 8	102,400	74,748	-67,134	7,614	-0,366	4,361
st 8 1/2	108,800	63,712	-48,370	15,342	-0,279	2,270
st 9	115,200	52,459	-31,274	21,186	-0,157	0,866
st 9 1/4	118,400	25,137	-24,222	0,915	-0,083	0,485
st 9 1/2	121,600	24,405	-18,971	5,433	-0,066	0,238
st 9 3/4	124,800	22,724	-14,420	8,305	-0,033	0,086
st 10	128,000	17,751	-11,439	6,312	-0,009	0,018



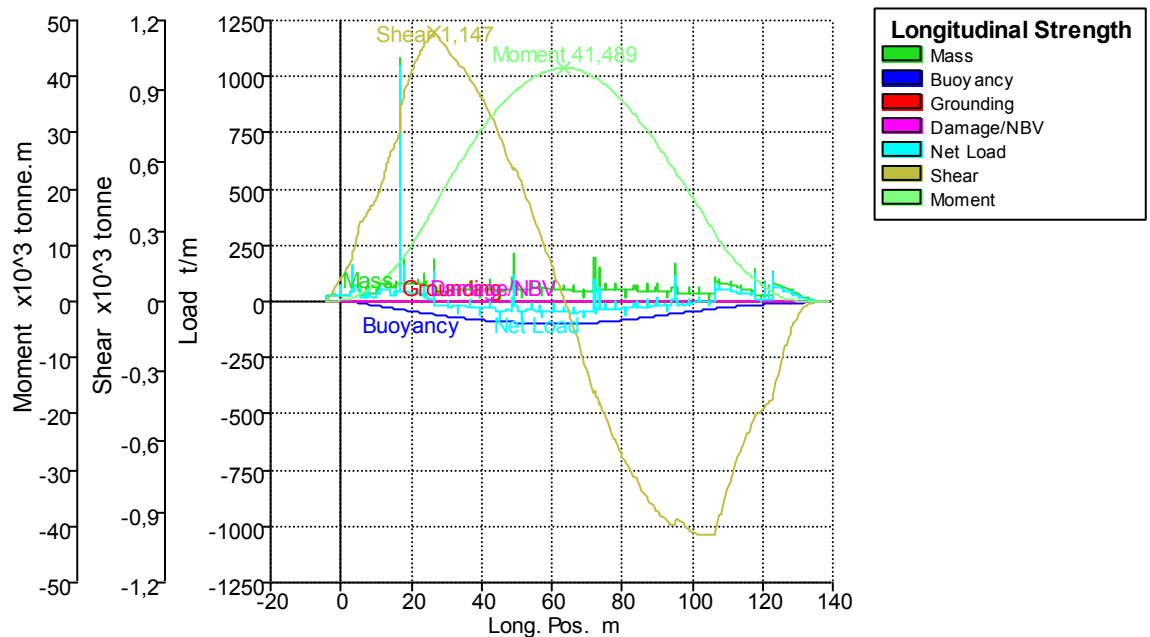
9.1.4. Condición 3: Salida en lastre con el 100% de los consumos

Cuaderna	Pos. Long. (m)	Masa (t/m)	Empuje (t/m)	Carga neta (t/m)	Cortante x10 ³ (tn)	Momento x10 ³ (tn*m)
st 0	0,000	69,635	0,000	69,635	0,095	0,189
st 1/4	3,200	45,304	0,000	45,304	0,182	0,624
st 1/2	6,400	29,634	-9,259	20,374	0,349	1,525
st 3/4	9,600	36,427	-17,273	19,154	0,427	2,767
st 1	12,800	78,964	-24,681	54,283	0,566	4,326
st 1 1/2	19,200	74,980	-40,370	34,609	0,917	8,959
st 2	25,600	96,250	-56,036	40,214	1,134	15,471
st 2 1/2	32,000	54,088	-71,014	-16,926	1,068	22,692
st 3	38,400	55,549	-83,075	-27,526	0,924	29,102
st 3 1/2	44,800	48,114	-92,784	-44,670	0,713	34,389
st 4	51,200	52,203	-99,414	-47,210	0,476	38,133
st 5	64,000	57,251	-106,517	-49,266	-0,135	40,340
st 6	76,800	78,358	-98,208	-19,851	-0,669	34,517
st 6 1/2	83,200	82,458	-88,910	-6,452	-0,752	29,916
st 7	89,600	70,543	-76,867	-6,324	-0,784	24,994
st 7 1/2	96,000	57,735	-62,798	-5,063	-0,778	19,880
st 8	102,400	37,142	-48,574	-11,433	-0,861	14,660
st 8 1/2	108,800	79,922	-35,236	44,685	-0,782	9,138
st 9	115,200	53,843	-23,495	30,349	-0,536	4,978
st 9 1/4	118,400	25,137	-18,737	6,400	-0,445	3,415
st 9 1/2	121,600	24,405	-15,508	8,896	-0,414	2,033
st 9 3/4	124,800	70,809	-12,460	58,349	-0,274	0,881
st 10	128,000	48,958	-10,457	38,500	-0,117	0,268



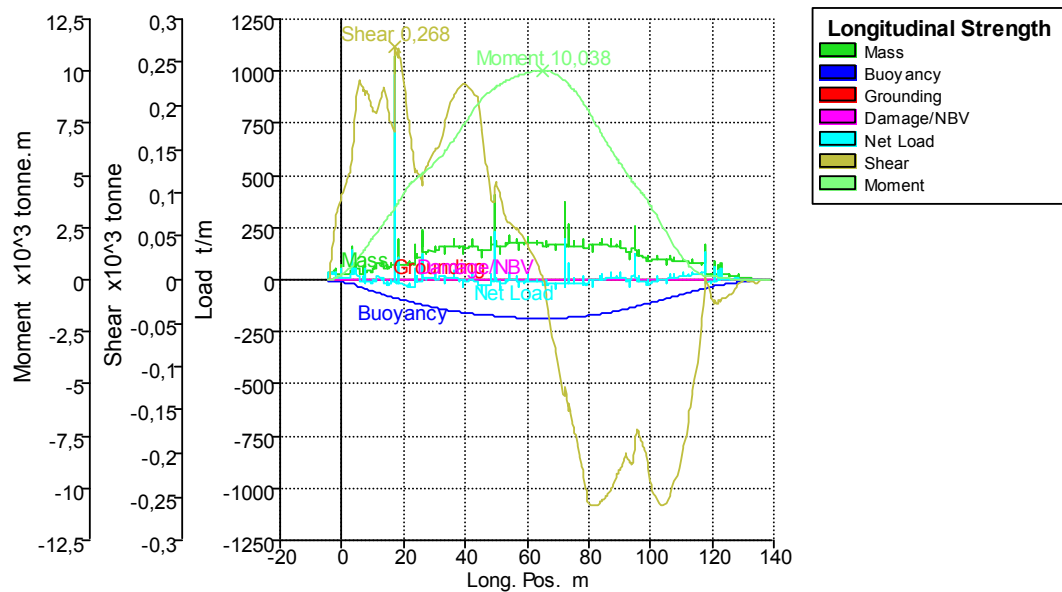
9.1.5. Condición 4: Llegada en lastre con el 10% de los consumos

Cuaderna	Pos. Long. (m)	Masa (t/m)	Empuje (t/m)	Carga neta (t/m)	Cortante x10 ³ (tn)	Momento x10 ³ (tn*m)
st 0	0,000	69,635	0,000	69,635	0,100	0,201
st 1/4	3,200	45,304	0,000	45,304	0,186	0,650
st 1/2	6,400	29,634	-10,075	19,559	0,352	1,562
st 3/4	9,600	36,634	-18,540	18,094	0,427	2,809
st 1	12,800	82,463	-25,931	56,532	0,568	4,366
st 1 1/2	19,200	80,841	-41,227	39,614	0,942	9,077
st 2	25,600	68,804	-56,009	12,795	1,127	15,793
st 2 1/2	32,000	54,088	-69,791	-15,703	1,043	22,848
st 3	38,400	55,549	-80,502	-24,953	0,911	29,133
st 3 1/2	44,800	48,114	-88,825	-40,711	0,722	34,399
st 4	51,200	52,203	-94,092	-41,889	0,514	38,283
st 5	64,000	57,251	-98,537	-41,286	-0,012	41,488
st 6	76,800	51,830	-87,973	-36,144	-0,550	37,680
st 6 1/2	83,200	55,188	-78,073	-22,885	-0,738	33,503
st 7	89,600	50,707	-66,012	-15,305	-0,888	28,275
st 7 1/2	96,000	39,693	-52,652	-12,958	-0,931	22,335
st 8	102,400	37,142	-39,788	-2,646	-0,995	16,119
st 8 1/2	108,800	79,922	-28,292	51,630	-0,866	9,905
st 9	115,200	53,843	-18,916	34,927	-0,583	5,336
st 9 1/4	118,400	25,137	-15,287	9,851	-0,479	3,645
st 9 1/2	121,600	24,405	-12,801	11,604	-0,438	2,171
st 9 3/4	124,800	70,809	-10,388	60,420	-0,290	0,955
st 10	128,000	48,958	-8,515	40,442	-0,128	0,299



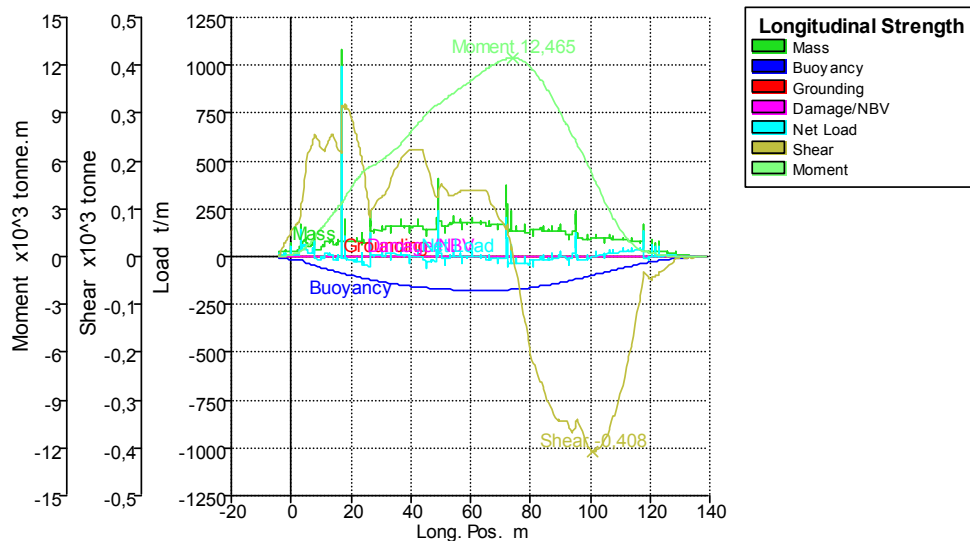
9.1.6. Condición 5: Salida a plena carga de carne con el 100% de los consumos

Cuaderna	Pos. Long. (m)	Masa (t/m)	Empuje (t/m)	Carga neta (t/m)	Cortante x10 ³ (tn)	Momento x10 ³ (tn*m)
st 0	0,000	69,635	-12,773	56,862	0,096	0,235
st 1/4	3,200	45,304	-18,089	27,215	0,134	0,598
st 1/2	6,400	29,634	-38,340	-8,706	0,224	1,230
st 3/4	9,600	38,521	-54,379	-15,858	0,199	1,915
st 1	12,800	78,964	-68,249	10,715	0,212	2,549
st 1 1/2	19,200	74,980	-94,731	-19,751	0,248	3,941
st 2	25,600	109,660	-118,317	-8,657	0,117	5,027
st 2 1/2	32,000	156,764	-139,165	17,600	0,159	5,910
st 3	38,400	158,225	-155,041	3,184	0,223	7,179
st 3 1/2	44,800	140,954	-166,884	-25,930	0,189	8,569
st 4	51,200	162,206	-175,124	-12,918	0,099	9,359
st 5	64,000	177,090	-184,917	-7,827	0,013	10,028
st 6	76,800	161,290	-177,622	-16,333	-0,199	8,803
st 6 1/2	83,200	168,579	-165,967	2,613	-0,259	7,247
st 7	89,600	155,850	-148,849	7,001	-0,222	5,685
st 7 1/2	96,000	116,203	-126,282	-10,079	-0,174	4,378
st 8	102,400	95,656	-101,411	-5,755	-0,255	2,996
st 8 1/2	108,800	87,219	-75,746	11,473	-0,224	1,405
st 9	115,200	77,672	-50,208	27,464	-0,094	0,344
st 9 1/4	118,400	25,137	-38,665	-13,528	-0,005	0,199
st 9 1/2	121,600	24,405	-28,979	-4,574	-0,027	0,136
st 9 3/4	124,800	22,724	-20,346	2,379	-0,020	0,065
st 10	128,000	17,751	-13,047	4,704	-0,008	0,017



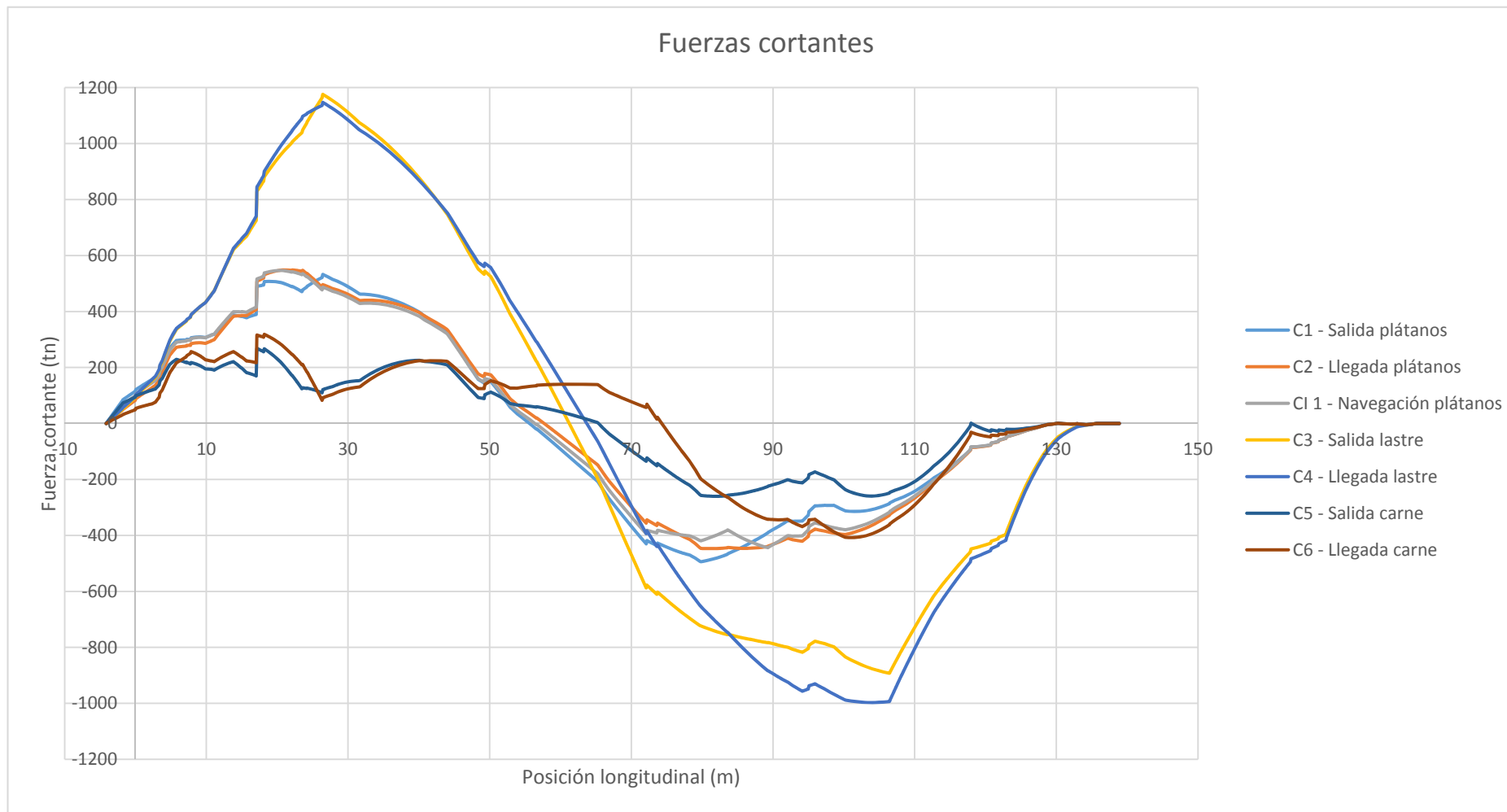
9.1.7. Condición 6: Llegada a plena carga de carne con el 10% de los consumos

Cuaderna	Pos. Long. (m)	Masa (t/m)	Empuje (t/m)	Carga neta (t/m)	Cortante x10 ³ (tn)	Momento x10 ³ (tn*m)
st 0	0,000	69,635	-14,696	54,939	0,051	0,110
st 1/4	3,200	53,113	-19,976	33,137	0,089	0,322
st 1/2	6,400	55,344	-40,052	15,292	0,226	0,868
st 3/4	9,600	36,638	-55,873	-19,236	0,233	1,645
st 1	12,800	82,463	-69,483	12,980	0,245	2,380
st 1 1/2	19,200	80,841	-95,124	-14,283	0,305	4,052
st 2	25,600	68,834	-117,647	-48,813	0,119	5,534
st 2 1/2	32,000	156,764	-137,343	19,422	0,137	6,262
st 3	38,400	158,225	-152,086	6,139	0,216	7,437
st 3 1/2	44,800	140,954	-162,811	-21,857	0,205	8,854
st 4	51,200	162,206	-169,905	-7,698	0,145	9,838
st 5	64,000	177,090	-177,502	-0,412	0,140	11,580
st 6	76,800	134,408	-168,118	-33,710	-0,088	12,352
st 6 1/2	83,200	141,078	-155,770	-14,692	-0,258	11,152
st 7	89,600	136,224	-138,348	-2,124	-0,343	9,186
st 7 1/2	96,000	98,207	-116,100	-17,893	-0,344	6,943
st 8	102,400	95,656	-92,036	3,620	-0,405	4,460
st 8 1/2	108,800	87,219	-67,713	19,506	-0,317	2,096
st 9	115,200	77,672	-44,117	33,555	-0,142	0,589
st 9 1/4	118,400	25,137	-33,735	-8,598	-0,035	0,321
st 9 1/2	121,600	24,405	-25,308	-0,904	-0,043	0,184
st 9 3/4	124,800	22,724	-17,892	4,832	-0,027	0,077
st 10	128,000	17,751	-12,086	5,665	-0,009	0,018



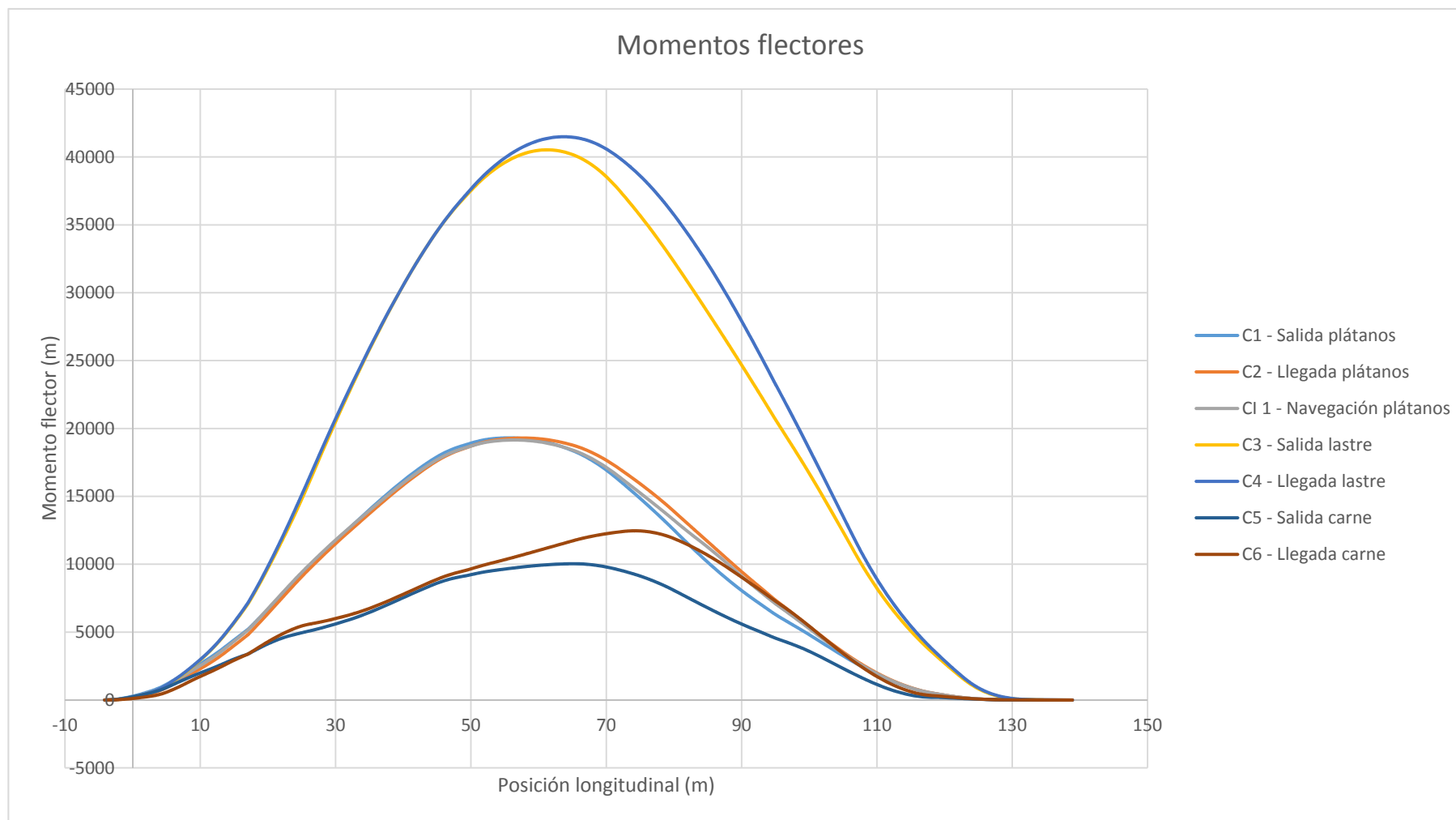
9.2. Curvas de fuerzas cortantes

Recopilando los datos de las condiciones de carga, se desarrolla la curva de fuerzas cortantes de cada condición para poder analizar con precisión el valor de las fuerzas cortantes en cada posición del buque:



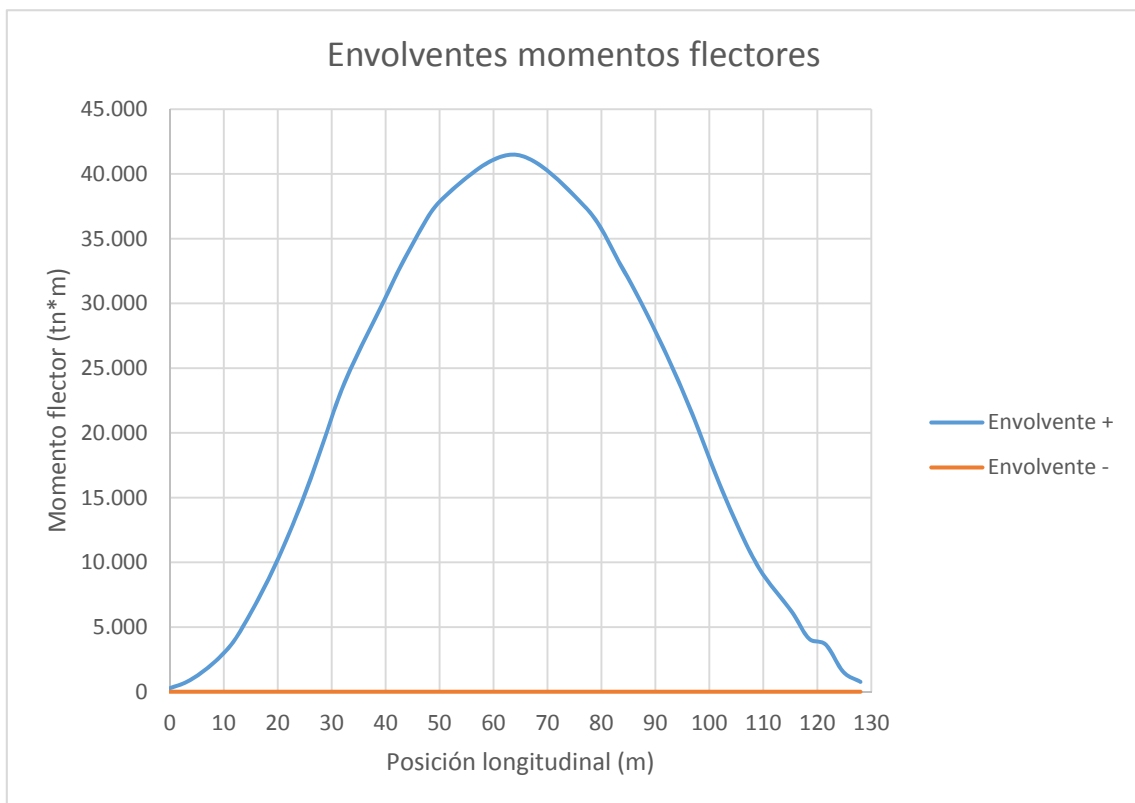
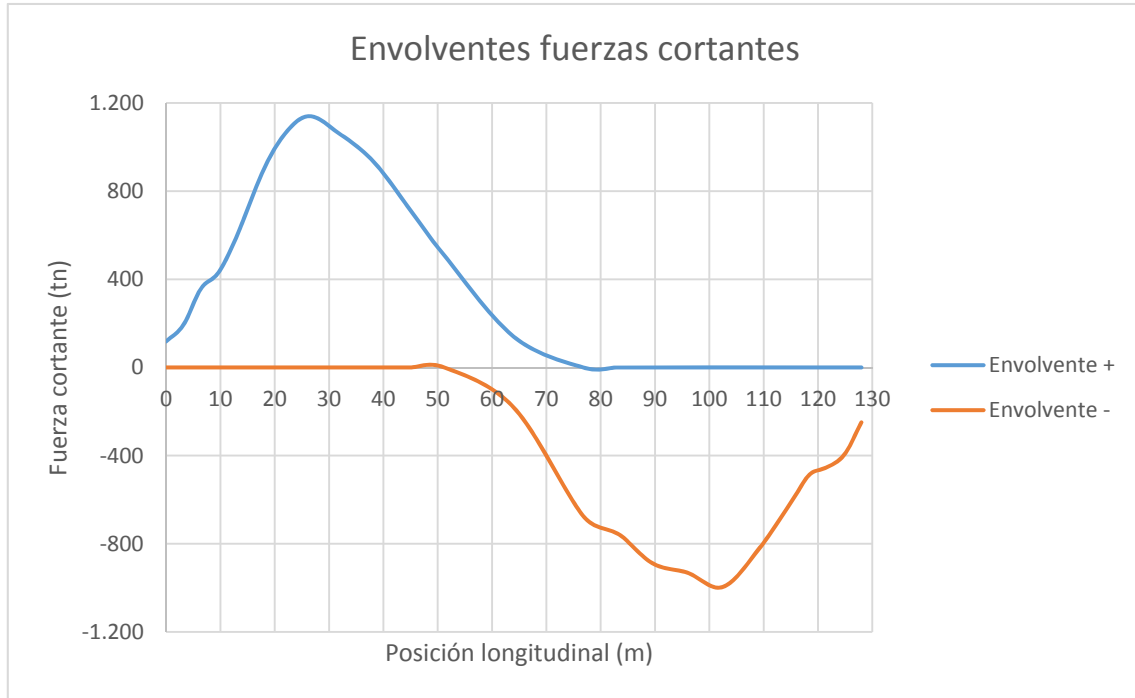
9.3. Curvas de momentos flectores

Del mismo modo que en el apartado anterior, se desarrolla una gráfica con las curvas de momentos flectores de cada condición de carga:



9.4. Envolventes de fuerzas cortantes y momentos flectores

Utilizando los datos generados para realizar las curvas de fuerzas cortantes y momentos flectores de cada condición, se busca determinar las envolventes, tanto de las fuerzas cortantes como de los momentos flectores, para todas las condiciones de carga y según si dichas fuerzas y momentos son positivos o negativos.



9.5. Fuerzas cortantes totales en el buque

Una vez calculadas las fuerzas cortantes del buque, se deben calcular las fuerzas cortantes debidas a la acción del oleaje según se indica en el reglamento del Bureau Veritas.

En el Capítulo 5, Sección 2, [3.4] se indica la fórmula para calcular la fuerza cortante vertical debida al oleaje en cualquier sección transversal del buque:

$$Q_{WV} = 30F_Q nCLB(C_B + 0,7)10^{-2} \text{ [kN]}$$

Siendo:

- F_Q : factor de distribución definido en la tabla siguiente, tanto para fuerzas cortantes positivas como negativas.

Hull transverse section location	Distribution factor F_Q	
	Positive wave shear force	Negative wave shear force
$0 \leq x < 0,2 L$	$4,6A \frac{x}{L}$	$-4,6 \frac{x}{L}$
$0,2 L \leq x \leq 0,3 L$	$0,92 A$	$-0,92$
$0,3 L < x < 0,4 L$	$(9,2A - 7)\left(0,4 - \frac{x}{L}\right) + 0,7$	$-2,2\left(0,4 - \frac{x}{L}\right) - 0,7$
$0,4 L \leq x \leq 0,6 L$	$0,7$	$-0,7$
$0,6 L < x < 0,7 L$	$3\left(\frac{x}{L} - 0,6\right) + 0,7$	$-(10A - 7)\left(\frac{x}{L} - 0,6\right) - 0,7$
$0,7 L \leq x \leq 0,85 L$	1	$-A$
$0,85 L < x \leq L$	$6,67\left(1 - \frac{x}{L}\right)$	$-6,67A\left(1 - \frac{x}{L}\right)$
Note 1: $A = \frac{190C_B}{110(C_B + 0,7)}$		

- n : coeficiente de navegación del buque, igual a 1.
- L : eslora reglamentaria. Para este buque, $L = 130,450 \text{ m}$.
- C : parámetro de ola, definido por la fórmula siguiente:

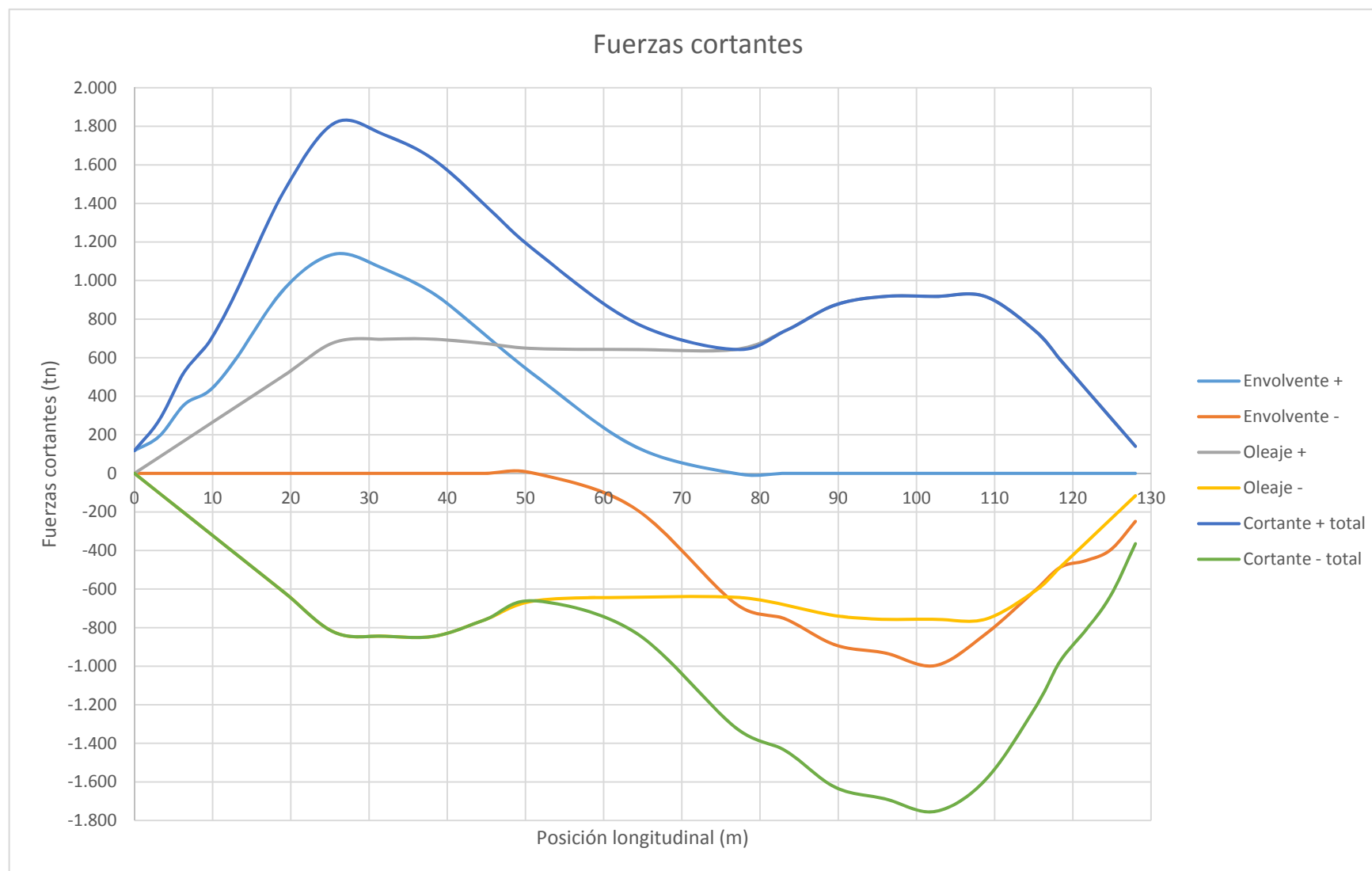
$$C = 10,75 - \left(\frac{300 - L}{100}\right)^{1,5} \quad \text{para } 90 \text{ m} \leq L < 300 \text{ m}$$

$$C = 10,75 - \left(\frac{300 - 130,45}{100}\right)^{1,5} = 8,542$$

- B : manga de trazado del buque. Para este buque, $B = 20,00 \text{ m}$.
- C_B : coeficiente de bloque del buque al calado de verano. En este caso, $C_B = 0,639$.

Una vez realizado el cálculo de las fuerzas cortantes debidas al oleaje, las fuerzas cortantes totales serán la suma de las envolventes de las fuerzas cortantes calculadas en el Apartado 9.4 más las fuerzas cortantes por oleaje.

Cuaderna	Pos. Long. (m)	% L	F _Q +	F _Q -	Olas + (tn)	Olas - (tn)	Env. + (tn)	Env. - (tn)	Cortante + total (tn)	Cortante - total (tn)
st 0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	117,844	0,000	117,844	0,000
st 1/4	3,200	2,443	0,093	-0,112	84,992	-103,109	193,153	0,000	278,145	-103,109
st 1/2	6,400	4,885	0,185	-0,225	169,984	-206,218	357,361	0,000	527,345	-206,218
st 3/4	9,600	7,328	0,278	-0,337	254,976	-309,327	429,194	0,000	684,170	-309,327
st 1	12,800	9,770	0,370	-0,449	339,967	-412,435	583,085	0,000	923,052	-412,435
st 1 1/2	19,200	14,656	0,556	-0,674	509,951	-618,653	958,893	0,000	1.468,844	-618,653
st 2	25,600	19,541	0,741	-0,899	679,935	-824,871	1.137,347	0,000	1.817,282	-824,871
st 2 1/2	32,000	24,426	0,758	-0,920	695,908	-844,249	1.059,069	0,000	1.754,977	-844,249
st 3	38,400	29,311	0,758	-0,920	695,908	-844,249	928,117	0,000	1.624,025	-844,249
st 3 1/2	44,800	34,197	0,734	-0,828	673,437	-759,525	719,465	0,000	1.392,902	-759,525
st 4	51,200	39,082	0,705	-0,720	647,279	-660,899	508,560	0,000	1.155,839	-660,899
st 5	64,000	48,852	0,700	-0,700	642,363	-642,363	139,461	-181,576	781,824	-823,939
st 6	76,800	58,623	0,700	-0,700	642,363	-642,363	0,000	-673,902	642,363	-1.316,265
st 6 1/2	83,200	63,508	0,805	-0,744	738,940	-682,376	0,000	-754,390	738,940	-1.436,766
st 7	89,600	68,393	0,952	-0,804	873,430	-738,096	0,000	-889,470	873,430	-1.627,566
st 7 1/2	96,000	73,279	1,000	-0,824	917,662	-756,422	0,000	-931,537	917,662	-1.687,959
st 8	102,400	78,164	1,000	-0,824	917,662	-756,422	0,000	-996,771	917,662	-1.753,193
st 8 1/2	108,800	83,049	1,000	-0,824	917,662	-756,422	0,000	-834,355	917,662	-1.590,777
st 9	115,200	87,934	0,805	-0,663	738,522	-608,758	0,000	-605,765	738,522	-1.214,523
st 9 1/4	118,400	90,377	0,642	-0,529	589,014	-485,520	0,000	-487,052	589,014	-972,572
st 9 1/2	121,600	92,819	0,479	-0,395	439,506	-362,282	0,000	-453,159	439,506	-815,441
st 9 3/4	124,800	95,262	0,316	-0,260	289,999	-239,044	0,000	-397,403	289,999	-636,447
st 10	128,000	97,705	0,153	-0,126	140,491	-115,805	0,000	-249,113	140,491	-364,918



9.6. Momentos flectores totales en el buque

De un modo análogo al desarrollo del apartado anterior, es necesario calcular los momentos flectores provocados por el oleaje para conocer los momentos flectores totales a los que está sometido el buque a proyectar.

En el Cap. 5, Sec. 2, [3.1] del reglamento del BV se indican las siguientes fórmulas para el cálculo del momento flector provocado por el oleaje, en kN*m, tanto en condición de quebranto como en arrufo:

$$M_{WV,H} (\text{quebranto}) = 190 F_M n C L^2 B C_B 10^{-3}$$

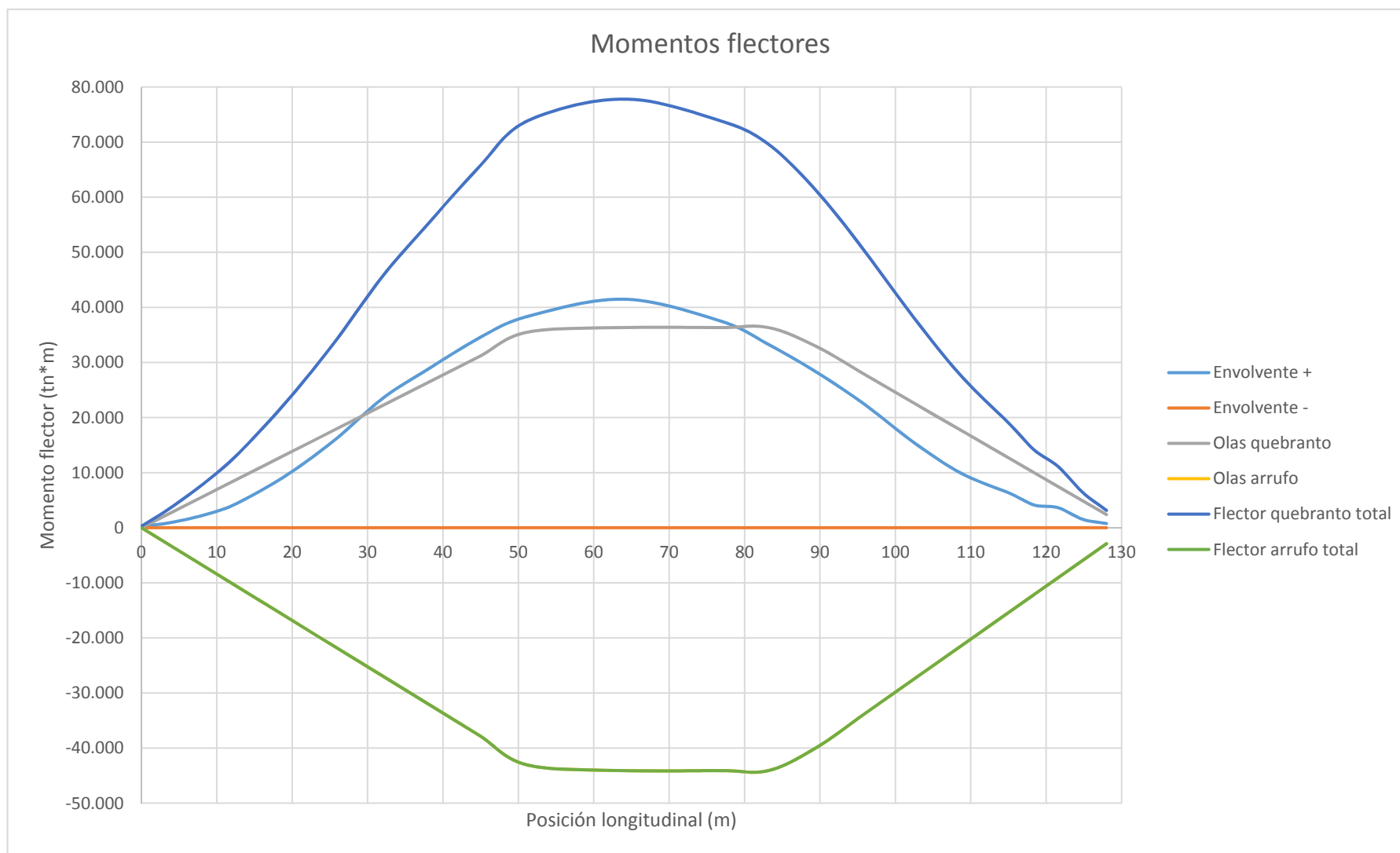
$$M_{WV,S} (\text{arrufo}) = -110 F_M n C L^2 B (C_B + 0,7) 10^{-3}$$

Donde F_M es un factor de distribución definido en la tabla siguiente:

Hull transverse section location	Distribution factor F_M
$0 \leq x < 0,4 L$	$2,5 \frac{x}{L}$
$0,4 L \leq x \leq 0,65 L$	1
$0,65 L < x \leq L$	$2,86 \left(1 - \frac{x}{L}\right)$

En las páginas siguientes se muestran tanto la tabla utilizada para el cálculo como el gráfico resultante del mismo.

Cuaderna	Pos. Long. (m)	% L	F _M	Olas quebranto (tn*m)	Olas arrufo (tn*m)	Env. + (tn*m)	Env. - (tn*m)	Flector quebranto total (tn*m)	Flector arrufo total (tn*m)
st 0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	277,569	0,000	277,569	0,000
st 1/4	3,200	2,443	0,061	2.218,837	-2.691,808	772,051	0,000	2.990,888	-2.691,808
st 1/2	6,400	4,885	0,122	4.437,673	-5.383,617	1.653,525	0,000	6.091,198	-5.383,617
st 3/4	9,600	7,328	0,183	6.656,510	-8.075,425	2.819,951	0,000	9.476,461	-8.075,425
st 1	12,800	9,770	0,244	8.875,347	-10.767,234	4.504,550	0,000	13.379,897	-10.767,234
st 1 1/2	19,200	14,656	0,366	13.313,020	-16.150,850	9.491,711	0,000	22.804,731	-16.150,850
st 2	25,600	19,541	0,489	17.750,694	-21.534,467	15.877,093	0,000	33.627,787	-21.534,467
st 2 1/2	32,000	24,426	0,611	22.188,367	-26.918,084	23.481,879	0,000	45.670,246	-26.918,084
st 3	38,400	29,311	0,733	26.626,040	-32.301,701	29.107,238	0,000	55.733,278	-32.301,701
st 3 1/2	44,800	34,197	0,855	31.063,714	-37.685,317	34.436,414	0,000	65.500,128	-37.685,317
st 4	51,200	39,082	0,977	35.501,387	-43.068,934	38.348,582	0,000	73.849,969	-43.068,934
st 5	64,000	48,852	1,000	36.335,392	-44.080,718	41.488,321	0,000	77.823,713	-44.080,718
st 6	76,800	58,623	1,000	36.335,392	-44.080,718	37.529,269	0,000	73.864,661	-44.080,718
st 6 1/2	83,200	63,508	1,000	36.335,392	-44.080,718	33.252,095	0,000	69.587,487	-44.080,718
st 7	89,600	68,393	0,904	32.845,445	-39.846,846	28.192,615	0,000	61.038,060	-39.846,846
st 7 1/2	96,000	73,279	0,764	27.768,747	-33.687,989	22.312,665	0,000	50.081,412	-33.687,989
st 8	102,400	78,164	0,625	22.692,048	-27.529,131	15.525,549	0,000	38.217,597	-27.529,131
st 8 1/2	108,800	83,049	0,485	17.615,350	-21.370,274	9.835,589	0,000	27.450,939	-21.370,274
st 9	115,200	87,934	0,345	12.538,652	-15.211,416	6.228,507	0,000	18.767,159	-15.211,416
st 9 1/4	118,400	90,377	0,275	10.000,303	-12.131,987	4.131,587	0,000	14.131,890	-12.131,987
st 9 1/2	121,600	92,819	0,205	7.461,953	-9.052,558	3.633,359	0,000	11.095,312	-9.052,558
st 9 3/4	124,800	95,262	0,136	4.923,604	-5.973,130	1.544,536	0,000	6.468,140	-5.973,130
st 10	128,000	97,705	0,066	2.385,255	-2.893,701	766,985	0,000	3.152,240	-2.893,701



10. Módulo e inercia mínimos

10.1. Módulo mínimo

Para calcular el módulo mínimo, en el Cap. 6, Sec. 2, [4.2] del reglamento del BV se indican las siguientes expresiones, en m³, para buques con un coeficiente de bloque menor o igual a 0,8, tomando el valor más restrictivo:

$$Z_{R,MIN} = n_1 CL^2 B (C_B + 0,7) k 10^{-6}$$

$$Z_R = \frac{M_{SW} + M_{WV}}{\sigma_{1,ALL}} 10^{-3}$$

Donde:

- n_1 : coeficiente de navegación igual a 1.
- k : factor de material igual a 1 para aceros con una tensión mínima de fluencia igual a 235 N/mm².
- M_{SW} : momento flector en aguas tranquilas, en kN*m.
- M_{WV} : momento flector por oleaje, en kN*m.
- $\sigma_{1,ALL}$: esfuerzo cortante admisible, en N/mm², obtenido de la siguiente distribución:

$$\sigma_{1,ALL} = \frac{119}{k} \quad \text{for } \frac{x}{L} \leq 0,1$$

$$\sigma_{1,ALL} = \frac{175}{k} - \frac{1400}{k} \left(\frac{x}{L} - 0,3 \right)^2 \quad \text{for } 0,1 < \frac{x}{L} < 0,3$$

$$\sigma_{1,ALL} = \frac{175}{k} \quad \text{for } 0,3 \leq \frac{x}{L} \leq 0,7$$

$$\sigma_{1,ALL} = \frac{175}{k} - \frac{1400}{k} \left(\frac{x}{L} - 0,7 \right)^2 \quad \text{for } 0,7 < \frac{x}{L} < 0,9$$

$$\sigma_{1,ALL} = \frac{119}{k} \quad \text{for } \frac{x}{L} \geq 0,9$$

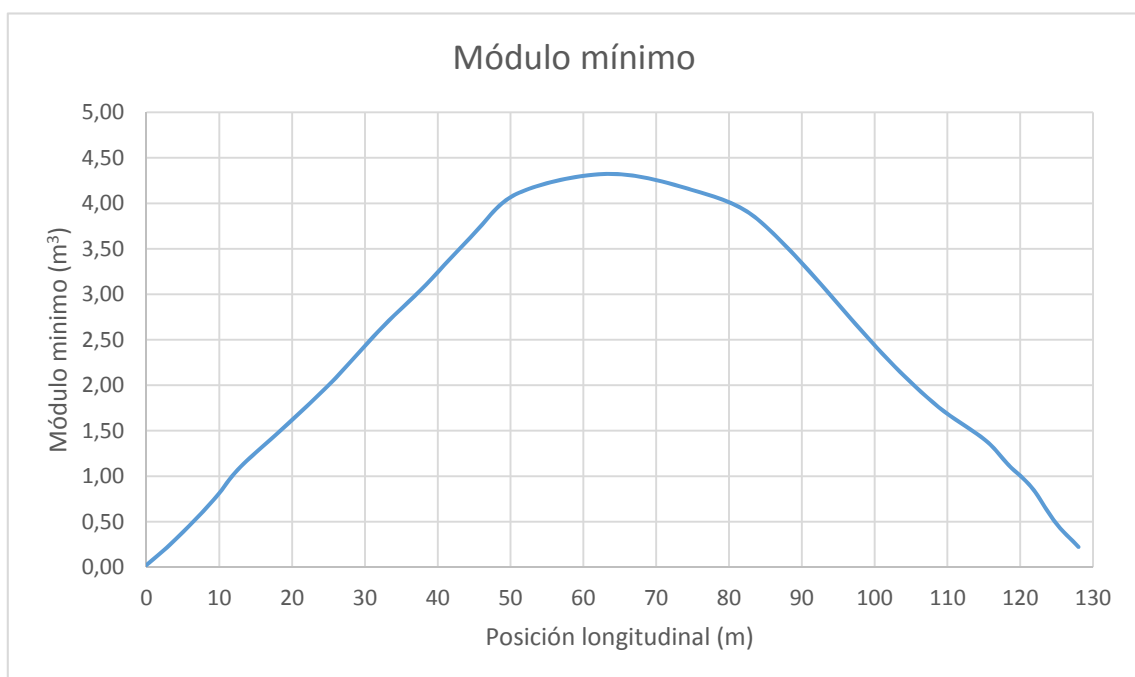
En la sección maestra, el módulo mínimo será el mayor de:

$$Z_{R,MIN} = 1 * 8,519 * 129,284^2 * 20 * (0,645 + 0,7) * 1 * 10^{-6} = 3,830 \text{ m}^3$$

$$Z_R = \frac{(41.488,321 + 36.335,392) * 9,81}{175} 10^{-3} = 4,363 \text{ m}^3$$

Para el resto de secciones del buque se calcula su módulo siguiendo la distribución de $\sigma_{1, ALL}$:

Cuaderna	Pos. Long. (m)	$\sigma_{1, ALL}$ (N/mm ²)	Momento total quebranto (kN*m)	Módulo mínimo (m ³)
st 0	0,000	119,000	2.722,952	0,023
st 1/4	3,200	119,000	29.340,608	0,247
st 1/2	6,400	119,000	59.754,656	0,502
st 3/4	9,600	119,000	92.964,083	0,781
st 1	12,800	119,000	131.256,787	1,103
st 1 1/2	19,200	142,037	223.714,413	1,575
st 2	25,600	159,685	329.888,586	2,066
st 2 1/2	32,000	170,651	448.025,112	2,625
st 3	38,400	174,934	546.743,460	3,125
st 3 1/2	44,800	175,000	642.556,253	3,672
st 4	51,200	175,000	724.468,197	4,140
st 5	64,000	175,000	763.450,628	4,363
st 6	76,800	175,000	724.612,327	4,141
st 6 1/2	83,200	175,000	682.653,250	3,901
st 7	89,600	175,000	598.783,370	3,422
st 7 1/2	96,000	173,495	491.298,649	2,832
st 8	102,400	165,669	374.914,630	2,263
st 8 1/2	108,800	151,161	269.293,712	1,781
st 9	115,200	129,971	184.105,827	1,417
st 9 1/4	118,400	119,000	138.633,836	1,165
st 9 1/2	121,600	119,000	108.845,014	0,915
st 9 3/4	124,800	119,000	63.452,455	0,533
st 10	128,000	119,000	30.923,474	0,260



10.2. Inercia mínima

Para el cálculo de la inercia mínima de la sección maestra del buque, en el Cap. 6, Sec. 2, [4.4] se indica la siguiente fórmula:

$$I_{YR} = 3Z'_{R,MIN} L 10^{-2} \text{ [m}^4\text{]}$$

Utilizando el módulo mínimo calculado en el Apartado 10.2, el resultado es:

$$I_{YR} = 3 * 4,363 * 129,284 * 10^{-2} = 16,920 \text{ m}^4$$

11. Bibliografía

1. JUNCO OCAMPO, Fernando. *Proyectos de Buques y Artefactos. Cálculo del desplazamiento*. Ferrol: Escuela Politécnica Superior, Universidad de A Coruña, 2005. ISBN: 84-96474-30-5.
2. *Código Internacional de Estabilidad sin Avería 2008*. Londres: Organización Marítima Internacional, 2009. ISBN: 978-92-801-0190-4.
3. GARCÍA LENA, José Luis; JUANA GAMO, Javier de. *El Nuevo Marco Legislativo Internacional de Estabilidad en Averías. SOLAS 2009*. Madrid: Ministerio de Fomento, Centro de Publicaciones, 2009. ISBN: 978-84-498-0845-6.
4. *Rules for the Classification of Steel Ships*. Neuilly-sur-Seine Cedex. Bureau Veritas Marine Division, Bureau Veritas, 2013.

Anexo I – Tabla de capacidades de las bodegas

Bodegas	B máx. (m)	B mín. (m)	L (m)	Aislamiento (m)	S _n (m ²)	S _u (m ²)	N	Peso plátanos (tn)	Peso carne (tn)
BOD D1	17,312	3,000	22,880	0,600	232,369	204,913	170	143,782	292,792
BOD D2	19,640	14,470	22,880	0,600	390,218	362,762	302	255,424	520,136
BOD D3	20,000	18,430	22,880	0,600	439,639	412,183	343	290,101	590,751
BOD D4	20,000	19,510	22,880	0,600	451,994	424,538	353	298,559	607,974
BOD C1	19,600	17,312	22,880	0,600	422,273	394,817	329	278,260	566,639
BOD C2	20,000	19,640	22,880	0,600	453,482	426,026	355	300,250	611,419
BOD C3	20,000	19,800	22,880	0,600	455,312	427,856	356	301,096	613,141
BOD C4	20,000	19,800	22,880	0,600	455,312	427,856	356	301,096	613,141
BOD B2	19,680	14,000	22,880	0,600	385,299	357,843	298	252,041	513,247
BOD B3	19,800	15,300	22,880	0,600	401,544	374,088	311	263,036	535,637
BOD B4	19,940	17,260	22,880	0,600	425,568	398,112	331	279,952	570,083
BOD A2	15,300	4,400	22,880	0,600	225,368	197,912	164	138,707	282,458
BOD A3	17,250	8,762	22,880	0,600	297,577	270,121	225	190,299	387,519
BOD A4	20,000	16,300	22,880	0,600	415,272	387,816	323	273,185	556,305
Total							4.216	3.565,789	7.261,243

Anexo II – Posiciones de los contenedores

Elemento	Peso (tn)	X _G (m)	Y _G (m)	Z _G (m)	Elemento	Peso (tn)	X _G (m)	Y _G (m)	Z _G (m)
TEU -1	15,000	104,180	-7,300	17,000	TEU E-3	15,000	69,100	-2,400	14,000
TEU 1	15,000	104,180	7,300	17,000	TEU E2	15,000	69,100	0,000	14,000
TEU -2	15,000	98,080	-7,300	17,000	TEU E3	15,000	69,100	2,400	14,000
TEU 2	15,000	98,080	7,300	17,000	TEU B2 -2	15,000	88,970	-3,600	16,000
TEU -3	15,000	89,000	-7,500	14,000	TEU B2 -1	15,000	88,970	-1,200	16,000
TEU 3	15,000	89,000	7,500	14,000	TEU B2 1	15,000	88,970	1,200	16,000
TEU -4	15,000	82,900	-7,500	14,000	TEU B2 2	15,000	88,970	3,600	16,000
TEU 4	15,000	82,900	7,500	14,000	TEU B2 -4	15,000	82,870	-3,600	16,000
TEU -5	15,000	76,000	-7,500	14,000	TEU B2 -3	15,000	82,870	-1,200	16,000
TEU 5	15,000	76,000	7,500	14,000	TEU B2 3	15,000	82,870	1,200	16,000
TEU -6	15,000	69,900	-7,500	14,000	TEU B2 4	15,000	82,870	3,600	16,000
TEU 6	15,000	69,900	7,500	14,000	TEU B3 -2	15,000	62,145	-3,600	16,000
TEU -7	15,000	63,000	-7,500	14,000	TEU B3 -1	15,000	62,145	-1,200	16,000
TEU 7	15,000	63,000	7,500	14,000	TEU B3 1	15,000	62,145	1,200	16,000
TEU -8	15,000	56,900	-7,500	14,000	TEU B3 2	15,000	62,145	3,600	16,000
TEU 8	15,000	56,900	7,500	14,000	TEU B3 -4	15,000	56,045	-3,600	16,000
TEU -9	15,000	50,000	-7,500	14,000	TEU B3 -3	15,000	56,045	-1,200	16,000
TEU 9	15,000	50,000	7,500	14,000	TEU B3 3	15,000	56,045	1,200	16,000
TEU -10	15,000	43,900	-7,500	14,000	TEU B3 4	15,000	56,045	3,600	16,000
TEU 10	15,000	43,900	7,500	14,000	TEU B4 -2	15,000	40,880	-3,600	16,000
TEU -11	15,000	37,000	-7,500	14,000	TEU B4 -1	15,000	40,880	-1,200	16,000
TEU 11	15,000	37,000	7,500	14,000	TEU B4 1	15,000	40,880	1,200	16,000
TEU -12	15,000	30,900	-7,500	14,000	TEU B4 2	15,000	40,880	3,600	16,000
TEU 12	15,000	30,900	7,500	14,000	TEU B4 -4	15,000	34,780	-3,600	16,000
TEU E-1	15,000	75,200	-2,400	14,000	TEU B4 -3	15,000	34,780	-1,200	16,000
TEU E0	15,000	75,200	0,000	14,000	TEU B4 3	15,000	34,780	1,200	16,000
TEU E1	15,000	75,200	2,400	14,000	TEU B4 4	15,000	34,780	3,600	16,000

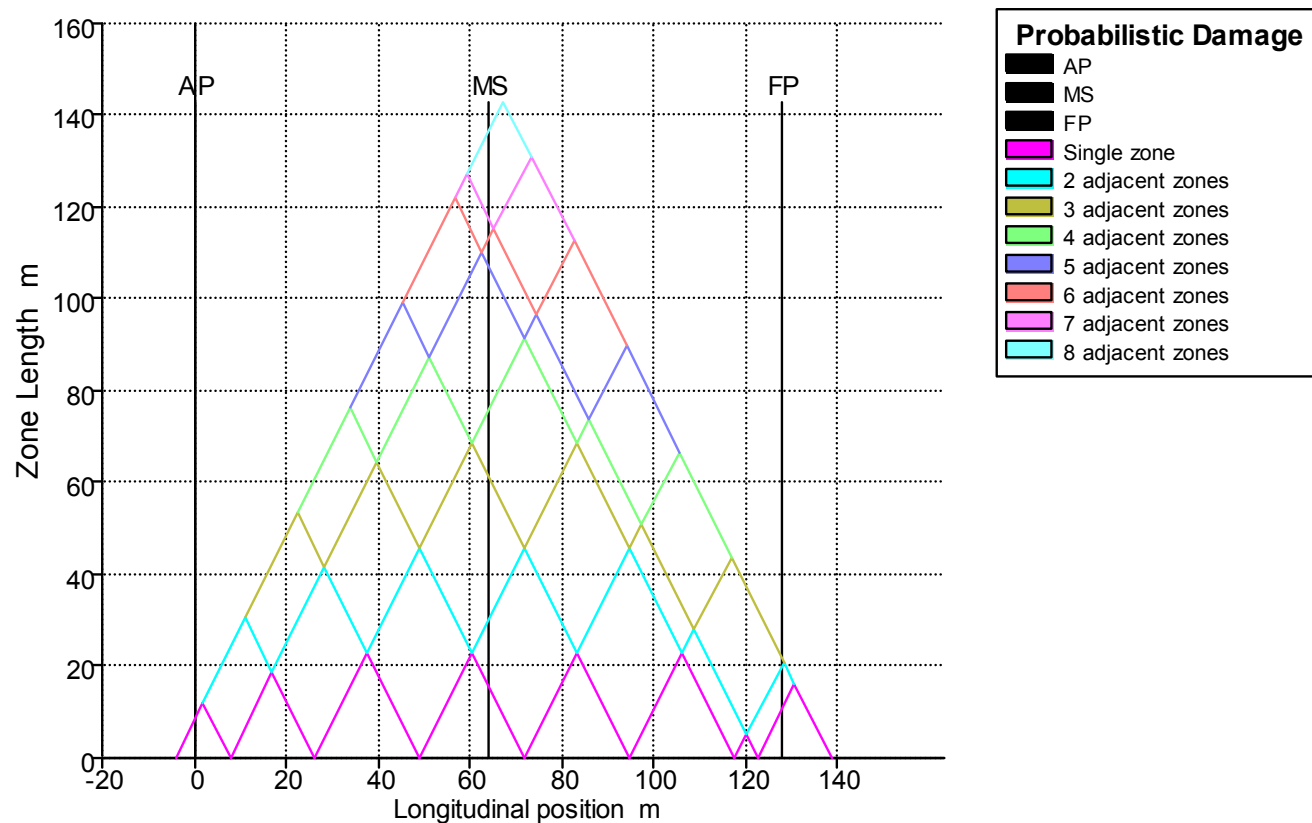
Anexo III – Resultados del análisis de estabilidad tras averías

Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p factor	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishing stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/Fail
Deepest subdivision draft (summer loadline) Loadcase																	
Carne averías: Z1 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	44,48,57,63,76,77	0,057697	0,057697	31,2	0,468	1,5	24,8 (Pass)	60,0	32,7	32,7	1,000	1,000000	0,057697		
Carne averías: Z2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,20,22,28,49,51,53,54,55,56,61,62,64,73,74,75	0,069014	0,069014	16,2	0,258	7,8	18,4 (Pass)	60,0	24,0	24,0	1,000	1,000000	0,069014		
Carne averías: Z3 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	2,3,4,5,43	0,096187	0,096187	16,3	0,219	4,1	15,1 (Pass)	60,0	20,4	20,4	1,000	1,000000	0,096187		
Carne averías: Z4 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	6,7,8,9,39,41	0,096187	0,096187	20,1	0,376	6,1	17,4 (Pass)	60,0	26,2	26,2	1,000	1,000000	0,096187		
Carne averías: Z5 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	10,11,12,17,19,24,35,37	0,096187	0,096187	19,7	0,361	13,5	14,3 (Pass)	60,0	33,2	33,2	1,000	1,000000	0,096187		
Carne averías: Z6 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	13,14,15,26,30,32,33,45,46	0,096187	0,096187	37,5	0,540	0,8	13,3 (Pass)	60,0	38,3	37,3	1,000	1,000000	0,096187		
Carne averías: Z7 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	78,80	0,006269	0,006269	35,0	0,543	0,0	25,4 (Pass)	60,0	35,0	35,0	1,000	1,000000	0,006269		
Carne averías: Z8 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	29	0,082520	0,082520	35,5	0,585	0,0	24,4 (Pass)	60,0	35,5	35,5	1,000	1,000000	0,082520		
Carne averías: Z1,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,20,22,28,44,48,49,51,53,54,55,56,57,61,62,63,64,73,74,75,76,77	0,053475	0,053475	9,8	0,157	10,8	15,6 (Pass)	60,0	20,6	20,6	1,000	0,884300	0,047288		
Carne averías: Z2,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,2,3,4,5,20,22,28,43,49,51,53,54,55,56,61,62,64,73,74,75	0,057435	0,057435	0,0	0,000	n/a	0,0 (Invalid parameter)	n/a	0,0	n/a	0,000	0,000000	0,000000		
Carne averías: Z3,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	2,3,4,5,6,7,8,9,39,41,43	0,060257	0,060257	0,0	0,096	5,5	1,7 (Fail)	39,8	5,4	16,4	0,000	0,000000	0,000000		
Carne averías: Z4,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	6,7,8,9,10,11,12,17,19,24,35,37,39,41	0,060257	0,060257	12,4	0,276	9,5	3,7 (Fail)	60,0	21,9	21,9	1,000	0,000000	0,000000		
Carne averías: Z5,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	10,11,12,13,14,15,17,19,24,26,30,32,33,35,37,45,46	0,060257	0,060257	12,2	0,088	11,2	0,0 (Fail)	39,6	23,5	23,5	1,000	0,000000	0,000000		
Carne averías: Z6,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	13,14,15,26,30,32,33,45,46,78,80	0,026712	0,026712	37,9	0,497	0,8	13,1 (Pass)	60,0	38,7	35,5	1,000	1,000000	0,026712		
Carne averías: Z7,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	29,78,80	0,026494	0,026494	35,5	0,584	0,0	24,3 (Pass)	60,0	35,5	35,5	1,000	1,000000	0,026494		
Attained partial index As					0,945133										0,700741	0,566121	Pass

Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p factor	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishing stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/Fail
Partial subdivision draft Loadcase																	
Plátanos averías: Z1 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	44,48,57,63,76,77	0,057697	0,057697	41,0	0,718	0,6	31,6 (Pass)	60,0	41,6	41,6	1,000	1,000000	0,057697		
Plátanos averías: Z2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,20,22,28,49,51,53,54,55,56,61,62,64,73,74,75	0,069014	0,069014	27,1	0,467	5,4	24,9 (Pass)	60,0	32,5	32,5	1,000	1,000000	0,069014		
Plátanos averías: Z3 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	2,3,4,5,43	0,096187	0,096187	19,6	0,284	8,8	21,4 (Pass)	60,0	28,4	28,4	1,000	1,000000	0,096187		
Plátanos averías: Z4 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	6,7,8,9,39,41	0,096187	0,096187	20,8	0,426	14,1	26,1 (Pass)	60,0	34,9	34,9	1,000	1,000000	0,096187		
Plátanos averías: Z5 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	10,11,12,17,19,24,35,37	0,096187	0,096187	15,9	0,513	25,9	23,8 (Fail)	60,0	41,8	41,8	0,901	0,000000	0,000000		
Plátanos averías: Z6 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	13,14,15,26,30,32,33,45,46	0,096187	0,096187	44,7	0,742	2,0	22,9 (Pass)	60,0	46,7	45,5	1,000	1,000000	0,096187		
Plátanos averías: Z7 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	78,80	0,006269	0,006269	43,4	0,778	0,0	32,8 (Pass)	60,0	43,4	43,4	1,000	1,000000	0,006269		
Plátanos averías: Z8 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	29	0,082520	0,082520	43,9	0,828	0,0	32,6 (Pass)	60,0	43,9	43,9	1,000	1,000000	0,082520		
Plátanos averías: Z1,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,20,22,28,44,48,49,51,53,54,55,56,57,61,62,63,64,73,74,75,76,77	0,053475	0,053475	19,8	0,356	9,2	22,1 (Pass)	60,0	29,0	29,0	1,000	1,000000	0,053475		
Plátanos averías: Z2,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,2,3,4,5,20,22,28,43,49,51,53,54,55,56,61,62,64,73,74,75	0,057435	0,057435	0,0	0,277	18,8	2,6 (Fail)	60,0	12,1	53,6	0,000	0,000000	0,000000		
Plátanos averías: Z3,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	2,3,4,5,6,7,8,9,39,41,43	0,060257	0,060257	2,8	0,035	11,1	9,8 (Fail)	60,0	13,9	13,9	1,000	0,000000	0,000000		
Plátanos averías: Z4,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	6,7,8,9,10,11,12,17,19,24,35,37,39,41	0,060257	0,060257	13,1	0,245	18,0	11,7 (Fail)	60,0	31,2	31,2	1,000	0,000000	0,000000		
Plátanos averías: Z5,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	10,11,12,13,14,15,17,19,24,26,30,32,33,35,37,45,46	0,060257	0,060257	22,7	0,218	15,9	5,7 (Fail)	60,0	38,6	38,6	1,000	0,000000	0,000000		
Plátanos averías: Z6,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	13,14,15,26,30,32,33,45,46,78,80	0,026712	0,026712	45,0	0,702	2,0	22,8 (Pass)	60,0	47,0	44,5	1,000	1,000000	0,026712		
Plátanos averías: Z7,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	29,78,80	0,026494	0,026494	43,9	0,826	0,0	32,6 (Pass)	60,0	43,9	43,9	1,000	1,000000	0,026494		
Attained partial index Ap					0,945133										0,610742	0,566121	Pass

Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p factor	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishing stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/ Fail
Light service draft Loadcase																	
Lastre averías: Z1 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	44,48,57,63,7 6,77	0,057697	0,057697	60,0	1,630	0,0	44,0 (Pass)	60,0	n/a	60,0	1,000	1,000000	0,057697		
Lastre averías: Z2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,20,22,28,49, 51,53,54,55,5 6,61,62,64,73, 74,75	0,069014	0,069014	51,7	1,490	0,1	38,8 (Pass)	60,0	51,9	51,9	1,000	1,000000	0,069014		
Lastre averías: Z3 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	2,3,4,5,43	0,096187	0,096187	41,1	1,137	4,6	34,4 (Pass)	60,0	45,7	45,7	1,000	1,000000	0,096187		
Lastre averías: Z4 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	6,7,8,9,39,41	0,096187	0,096187	35,0	1,287	16,4	38,2 (Pass)	60,0	51,4	51,4	1,000	1,000000	0,096187		
Lastre averías: Z5 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	10,11,12,17,1 9,24,35,37	0,096187	0,096187	31,9	1,460	26,1	35,9 (Pass)	60,0	58,0	58,0	0,879	0,878500	0,084500		
Lastre averías: Z6 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	13,14,15,26,3 0,32,33,45,46	0,096187	0,096187	58,7	1,421	1,3	36,8 (Pass)	60,0	n/a	53,6	1,000	1,000000	0,096187		
Lastre averías: Z7 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	78,80	0,006269	0,006269	60,0	1,630	0,0	43,9 (Pass)	60,0	n/a	60,0	1,000	1,000000	0,006269		
Lastre averías: Z8 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	29	0,082520	0,082520	60,0	1,665	0,0	43,3 (Pass)	60,0	n/a	60,0	1,000	1,000000	0,082520		
Lastre averías: Z1,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,20,22,28,44, 48,49,51,53,5 4,55,56,57,61, 62,63,64,73,7 4,75,76,77	0,053475	0,053475	49,5	1,447	0,2	37,4 (Pass)	60,0	49,6	49,6	1,000	1,000000	0,053475		
Lastre averías: Z2,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,2,3,4,5,20,2 2,28,43,49,51, 53,54,55,56,6 1,62,64,73,74, 75	0,057435	0,057435	21,2	0,627	8,0	21,1 (Pass)	60,0	29,2	29,2	1,000	1,000000	0,057435		
Lastre averías: Z3,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	2,3,4,5,6,7,8,9 ,39,41,43	0,060257	0,060257	11,2	0,254	20,3	23,6 (Pass)	60,0	31,4	31,4	1,000	0,913700	0,055057		
Lastre averías: Z4,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	6,7,8,9,10,11, 12,17,19,24,3 5,37,39,41	0,060257	0,060257	13,4	0,806	34,2	26,6 (Fail)	60,0	47,7	47,7	0,000	0,000000	0,000000		
Lastre averías: Z5,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	10,11,12,13,1 4,15,17,19,24, 26,30,32,33,3 5,37,45,46	0,060257	0,060257	31,3	1,028	25,4	19,1 (Fail)	60,0	56,7	56,7	0,959	0,000000	0,000000		
Lastre averías: Z6,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	13,14,15,26,3 0,32,33,45,46, 78,80	0,026712	0,026712	58,7	1,396	1,3	36,8 (Pass)	60,0	n/a	52,7	1,000	1,000000	0,026712		
Lastre averías: Z7,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	29,78,80	0,026494	0,026494	60,0	1,654	0,0	43,3 (Pass)	60,0	n/a	60,0	1,000	1,000000	0,026494		
Attained partial index AI					0,945133										0,807733	0,566121	Pass

Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p factor	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishing stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/Fail
Attained subdivision index															0,686140	0,566121	Pass
MSC.216(82)																	Pass



CUADERNO 6

PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³



Proyecto nº 13-510

Grado en Arquitectura Naval

Gabriel Pérez López



ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

PROYECTO FIN DE GRADO

CURSO 2.013-2.014

PROYECTO NÚMERO 13-510

TIPO DE BUQUE: BUQUE DE CARGA FRIGORÍFICO

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS.
SOLAS. MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Capacidad de carga de 400.000 FT3. Carga Refrigerada y carga congelada 54 TEUS SOBRE CUBIERTA PARA CARGA CONGELADA

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 17 nudos al calado de trazado con el motor al 85 % MCR y 15% de margen de mar. Autonomía 6.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Dos grúas géminis de 8T a 15 metros para pallets y carga refrigerada.

PROPULSIÓN: Motor/es diésel acoplado/s a una/s línea/s de ejes.

TRIPULACIÓN: 12 Personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Hélice en proa.

Ferrol, Septiembre de 2.013

ALUMNO: D. GABRIEL PEREZ LOPEZ

Contenido

1. Introducción	2
2. Estimación de la potencia propulsora	3
2.1. Análisis de la resistencia	3
2.2. Análisis propulsivo	5
3. Claras entre el propulsor y el codaste	7
4. Cálculo del timón	8
4.1. Área mínima del timón	8
4.2. Fuerza del timón	9
4.3. Momento del timón	10
5. Cálculo de los empujadores transversales	11
5.1. Empuje necesario	11
6. Bibliografía	13
Anexo I – Buque base “Salica Frigo”	14
Anexo II – Informe completo de la resistencia al avance	17
Anexo III – Motor Wärtsilä 8L46F	19
Anexo IV – Informes de los análisis propulsivos de las hélices consideradas	21
Anexo V – Plano del codaste con las claras de la hélice y el diseño del timón	28

1. Introducción

El objetivo de este cuaderno es calcular la potencia para la propulsión así como el diseño del propulsor y del timón para el buque en proyecto, cuyas características principales son las siguientes:

- L_{PP}: 128 m.
- B: 20 m.
- D: 13,5 m.
- T_{Diseño}: 7,071 m.
- C_B: 0,60
- Velocidad: 17 nudos
- Autonomía: 6.000 millas
- Peso en rosca: 6.300 tn.
- Peso muerto de diseño (carga de plátanos): 5.771,488 tn.
- Desplazamiento de diseño: 12.071,488 tn.
- Tripulación: 12 personas
- Volumen de bodegas: 400.000 ft³.
- Grúas: 2 grúas Géminis de 8 tn. a 15 metros.
- Pot. MP: 9.600 kW
- Pot. Aux.: 1.500 kW (PTO) + 2 x 1.000 kW

2. Estimación de la potencia propulsora

2.1. Análisis de la resistencia

Para estimar la potencia propulsora del buque de este proyecto se utilizará el programa HydroComp NavCad 2012.

En primer lugar se introducirán los datos del buque obtenidos en entregas anteriores mediante el programa MaxSurf Modeler, para realizar una predicción fiable de la resistencia de remolque del buque.

En la ventana “Hull” del NavCad se requieren los siguientes datos:

Datos solicitados	Medida
Eslora en la flotación (m)	132,132
Desplazamiento (t)	11.222,000
Manga máxima en la flotación (m)	20,000
Calado máximo de diseño (m)	7,071
Superficie mojada (m ²)	3.181,790
LCB a proa de la popa espejo (m)	66,737
LCF a proa de la popa espejo (m)	61,653
Área seccional máxima (m ²)	138,017
Área de la flotación (m ²)	1.923,260
Área seccional del bulbo (m ²)	11,046
Centroide del bulbo por debajo de la flotación (m)	2,000
Extremo longitudinal del bulbo a proa de la popa espejo (m)	139,390
Área sumergida de la popa espejo (m ²)	0,000
Manga de la popa espejo en la flotación (m)	0,000
Inmersión de la popa espejo (m)	0,000
Semiángulo de entrada (°)	11,000

En la ventana “Appendage” se añadirá un porcentaje del 5% al valor de resistencia del casco. En la ventana “Margin” se añadirá un margen de mar del 15%, siguiendo los RPA del proyecto.

Las velocidades a las cuales se realizará el análisis van desde los 14 nudos hasta los 20 nudos, incluyendo la velocidad de servicio del buque de 17 nudos.

En cuanto a la predicción se llevará a cabo mediante el método de Holtrop. Los parámetros del buque a tener en cuenta para este método están dentro de los márgenes indicados para el mismo:

Parámetro	Rango	Valor
F_n	0,06 - 0,60	0,24
C_p	0,55 - 0,85	0,6
L_{WL}/B_{WL}	3,90 - 14,90	6,62
B_{WL}/T	2,10 - 4,00	2,83
λ	0,01 - 1,07	0,67

La elección del método de Holtrop para este análisis se debe a que tiene en cuenta tanto el área de popa espejo sumergida como el bulbo de proa. El parámetro λ es un parámetro adicional al método de Holtrop derivado del número de Froude y que ha sido introducido debido a experiencias y pruebas en las que se ha detectado errores significativos utilizando este método y así poder corregirlos.

Para el cálculo de la resistencia viscosa se utilizará la línea de fricción ITTC-57 con un factor de forma del casco igual a 1,159. La correlación modelo-buque se llevará a cabo con la ITTC-78, suponiendo una rugosidad de 0,15 mm, tal y como recomienda el propio programa para buques nuevos.

Una vez definidos estos pasos, se calcula la resistencia del buque y la gráfica resultante es la siguiente:

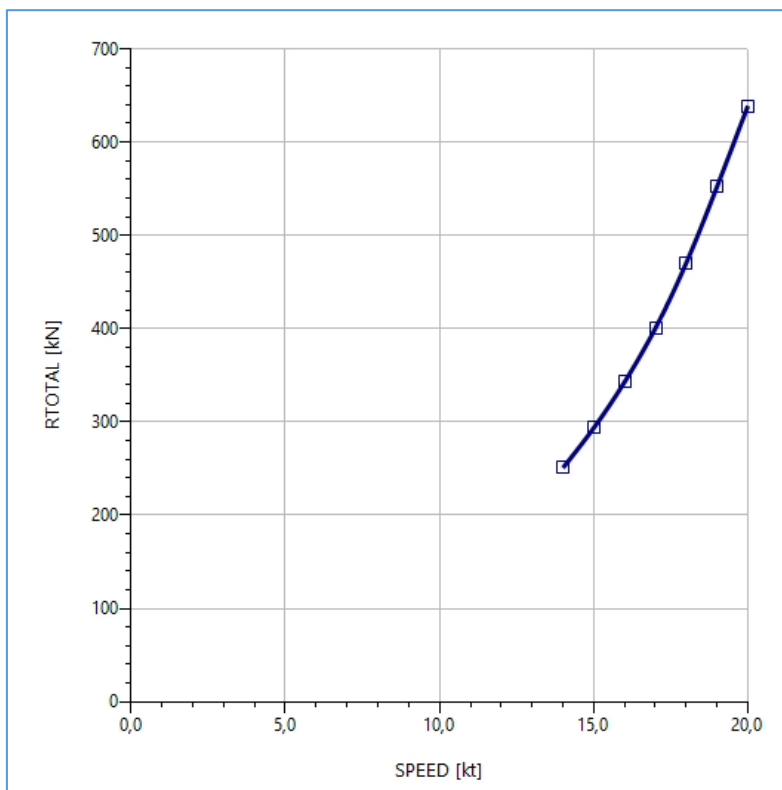


Gráfico 1. Resistencia vs. Velocidad

El informe completo de la resistencia al avance se presenta en el Anexo II.

2.2. Análisis propulsivo

En este análisis se buscará conseguir la hélice más eficiente para el buque teniendo en cuenta el análisis de resistencia anterior y el motor del buque.

En primer lugar se generará una hélice preliminar partiendo de los datos del análisis de resistencia para después introducir los datos reales del motor y generar la hélice adecuada.

Los datos requeridos por el NavCad para este análisis son los siguientes:

Datos solicitados	Valor
Número de propulsores	1
Tipo de propulsor	Propeller series
Tipo de hélice	CPP
Serie de hélices	Series B
Dimensionamiento de la hélice	VARIABLE
Número de palas	VARIABLE
Método de predicción	Holtrop
Diámetro del propulsor (mm)	4500
Inmersión del núcleo del propulsor (mm)	4426
Eficiencia del reductor	0,97
Eficiencia del eje	0,97
Correcciones $K_T K_Q$	Personalizadas
Corrección de la escala	Series B
Multiplicador K_T	0,97
Multiplicador K_Q	1,03
Detención por cavitación	Activada
Criterio de cavitación	Ecuación de Keller

Los valores de la eficiencia del reductor y del eje, así como de los multiplicadores K_T y K_Q son los recomendados por el programa para hélices comerciales.

El dimensionamiento de la hélice y el número de palas se encuentran como variables porque:

- En el análisis preliminar, la hélice será diseñada atendiendo al empuje calculado en el análisis de resistencia y, una vez conocido el valor aproximado de la potencia necesaria, se calculará teniendo en cuenta la potencia real del motor.
- El número de palas se cambiará para encontrar la hélice con mayor eficiencia (4, 5 y 6 palas).

La predicción del análisis también se realizará utilizando el método de Holtrop, con los mismos parámetros utilizados en el análisis de resistencia, imponiendo un diámetro máximo de 4500 mm (valor tomado del plano de formas) y una corrección por escala de viscosidad siguiendo la ITTC-57.

La hélice preliminar será de 4 palas y proporciona los siguientes resultados para una velocidad de servicio de 17 nudos:

Hélice	RPM	Relación de área expandida	Paso de la hélice (mm)	P _E total (kW)
4 palas preliminar	184	0,622	3.710,9	3.503,4

Tomando la P_E total resultante de la hélice preliminar, se calcula la potencia requerida para la elección del motor:

$$Potencia MP = \frac{P_E + Alternador MP}{Régimen servicio} = \frac{3.503,4 + 1.500}{0,85} = 5.886,353 \text{ kW}$$

El dato del alternador del motor principal se ha tomado del buque base del proyecto y el régimen de servicio está impuesto por los RPA del proyecto.

El motor escogido, atendiendo a la potencia efectiva calculada y a las distintas condiciones de carga a las que hará frente el buque durante la navegación, será un Wärtsilä 8L46F (Anexo III) con una potencia de 9.600 kW.

Una vez escogido el motor se introducen sus características en el NavCad y se realizan análisis teniendo en cuenta la potencia del motor para los distintos números de palas. Los resultados conseguidos para las 3 hélices consideradas a la velocidad de servicio de 17 nudos son los siguientes:

Hélice	RPM	Relación de área expandida	Paso de la hélice (mm)	Eficiencia	P _D propulsor (kW)
4 palas	178	0,823	3.625,600	0,5977	5.685,9
5 palas	169	0,898	3.840,400	0,5966	5.695,9
6 palas	157	0,967	4.249,800	0,5892	5.767,8

Atendiendo a la eficiencia, la hélice escogida será la de 4 palas.

Calculando de nueva la potencia del motor principal con la potencia efectiva de la hélice escogida:

$$Potencia MP = \frac{P_E + Alternador MP}{Régimen servicio} = \frac{3.503,4 + 1.500}{0,85} = 5.886,353 \text{ kW}$$

El motor podría proporcionar 9.600 kW. Considerando el régimen de servicio del motor al 100 % y sin tener en cuenta el alternador del motor principal, se puede calcular la velocidad máxima a la que puede navegar el buque.

Entrando con una P_B = 9.600 kW en la curva P_B – Velocidad de la hélice, se consigue una velocidad máxima de 19 nudos.

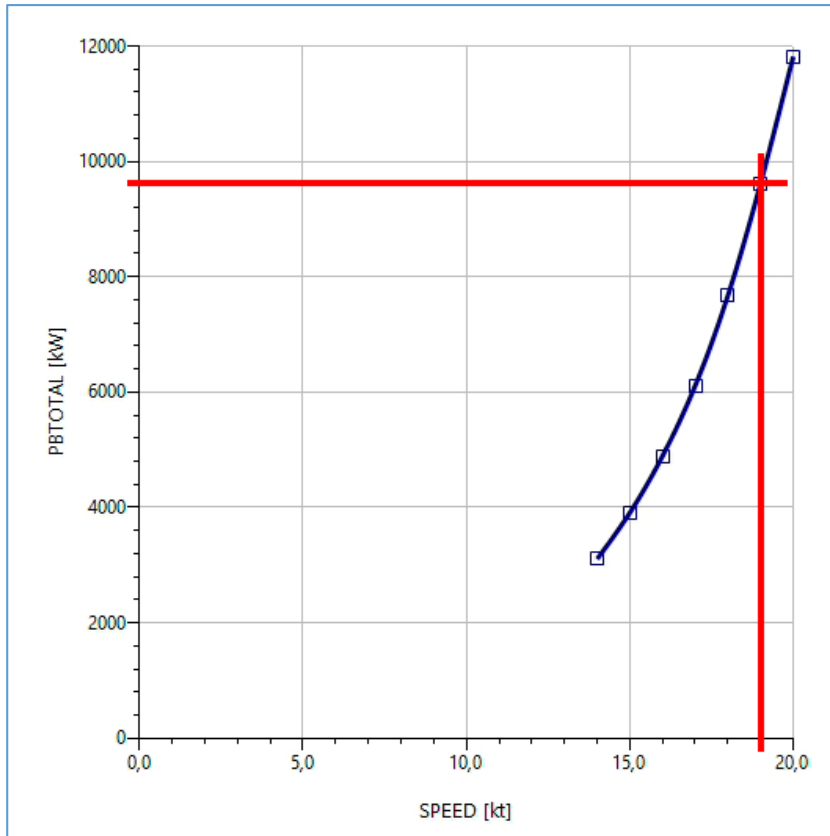


Gráfico 2. P_B vs. Velocidad con la velocidad máxima indicada.

Los informes generados para las distintas hélices pueden verse en el Anexo IV.

3. Claras entre el propulsor y el codaste

Para el caso de buques de una hélice, las claras mínimas exigidas por la sociedad de clasificación Bureau Veritas son las siguientes:

- $a = A * f * D$

Siendo:

$$f = \frac{(C_B * BHP)^{2/3}}{B * L_{PP}} = \frac{\left(0,6 * \frac{9600}{0,746}\right)^{2/3}}{20 * 128} = 0,153$$

Y “A” un coeficiente que toma los valores respectivos de 0,8; 0,65; 0,55 y 0,5 cuando el número de palas de la hélices es 3, 4 5 y 6, respectivamente.

- $b = 1,5 * a$
- $c = 0,12 * D$
- $d = 0,03 * D$

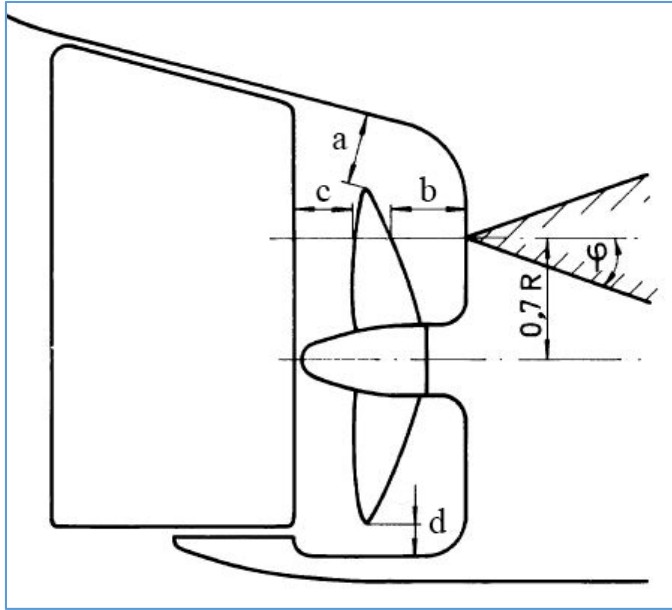


Figura 1. Claras de la hélice según BV

En la tabla siguiente se presentan los resultados de las claradas requeridas por la sociedad de clasificación, éstas aumentadas un 150% y las claradas disponibles en el proyecto tras el diseño de la hélice:

Clara	Valor requerido	Margen 150%	Valor disponible
a	446,35	669,52	1.355,27
b	669,52	1.004,29	2.050,62
c	540,00	810,00	2.599,41
d	135,00	202,50	464,42

En el Anexo V se dispone un plano del codaste con las cotas aquí indicadas.

4. Cálculo del timón

Para este buque se ha seleccionado un timón suspendido de bordes rectos.

4.1. Área mínima del timón

Según la sociedad de clasificación DNV, el área mínima del timón debe ser:

$$A = \frac{T * L}{100} \left[1 + 50 C_B^2 \left(\frac{B}{L} \right)^2 \right] (m^2)$$

Para el buque a proyectar:

$$A = \frac{7,071 * 128}{100} \left[1 + 50 * 0,6^2 \left(\frac{20}{128} \right)^2 \right] = 13,028 m^2$$

Teniendo en cuenta el espacio a popa de la hélice del buque, se decide diseñar un timón de 17,15 m² (3,5 metros de longitud y 4,9 metros de altura).

El alto del timón debe cubrir el diámetro del propulsor, que es de 4,5 metros. El timón tiene un alto de 4,9 metros, por lo que la cuerda será:

$$Cuerda = \frac{\text{Área}}{\text{Altura}} = \frac{17,15}{4,9} = 3,5 \text{ m}$$

Como el timón está compensado un 20%, la longitud a proa del eje es de 0,7 m y a popa de 2,8 m. La relación altura/cuerda es:

$$\frac{\text{Altura}}{\text{Cuerda}} = \frac{4,9}{3,5} = 1,4$$

Para calcular el centro de presión se utiliza la fórmula:

$$D = (0,2 + 0,3 * \sin \alpha) * l$$

Donde $\alpha = 35^\circ$ y “l” es la longitud media de la sección, en este caso la cuerda.

$$D = (0,2 + 0,3 * \sin 35) * 3,5 = 1,302 \text{ m}$$

Características del timón	Valor
Área del timón (m ²)	17,15
Longitud a popa del eje (m)	2,80
Longitud a proa del eje (m)	0,70
Cuerda del timón (m)	3,50
Altura del timón (m)	4,90
Relación altura/cuerda	1,40

El diseño del timón se puede ver en el plano del Anexo V.

4.2.Fuerza del timón

Según el Capítulo 10, Sección 1, 2.1.2 de la Parte B del BV, la fuerza del timón se calcula mediante la fórmula:

$$C_R = 132 * n_R * A * V^2 * r_1 * r_2 * r_3$$

Donde:

- n_R = coeficiente de navegación = 1
- A = área del timón = 17,15 m²
- V = velocidad máxima del buque = 19 nudos
- r_1 = coeficiente del factor de forma = 1,133
- r_2 = coeficiente del perfil del timón = 1,10 para perfiles NACA 00

- $r_3 = 1$ para timones en posiciones normales con respecto a la hélice

En la situación de avance, la fuerza del timón será:

$$C_R \text{ avance} = 132 * 1 * 17,15 * 19^2 * 1,133 * 1,1 * 1 = 1018,516 \text{ kN}$$

Si la hélice está ciando, la velocidad a considerar será 2/3 la de la situación de avance. El coeficiente r_2 para este caso es igual a 0,8. Por lo tanto, la fuerza del timón con la hélice ciando será:

$$C_R \text{ ciando} = 132 * 1 * 17,15 * \frac{2}{3} * 19^2 * 1,133 * 0,8 * 1 = 493,826 \text{ kN}$$

4.3.Momento del timón

Siguiendo las indicaciones del BV:

$$M_{TR} = C_R * r$$

Donde:

- r = brazo de la fuerza = 0,2275 metro.

$$r = b \left(\alpha - \frac{A_F}{A} \right)$$

- b = manga media del timón = 1,75 metros
- $\alpha = 0,33$ para condiciones de avance
- A_F = área de la porción del timón a proa de la mecha del timón = 3,43 m²

Por lo tanto, el momento del timón en condiciones de avance será:

$$M_{TR} \text{ avance} = 1018,516 * 0,2275 = 231,712 \text{ kN} * m$$

En condiciones en las que la hélice esté ciando, el valor de α es igual a 0,66, por lo que el brazo de la fuerza también varía. El momento del timón en estas condiciones será:

$$M_{TR} \text{ ciando} = 493,826 * 1,61 = 795,060 \text{ kN} * m$$

El momento torsor del timón ha de ser el máximo de los pares calculados, por lo que será el respectivo a la hélice ciando.

5. Cálculo de los empujadores transversales

5.1. Empuje necesario

Teniendo en cuenta lo indicado en la Ref. 1, el empuje necesario depende del tipo del buque, del área lateral proyectada de la obra viva y de la obra muerta. Unos valores medios recomendados son los siguientes:

Tipo de buque	Kg/m ² de obra viva	Kg/m ² de obra muerta
Ferry y pasaje	9 a 14	4 a 8
Carga, remolcador	6 a 9	4 a 8
Petrolero, granelero	5 a 7	3 a 6
Dragas	9 a 12	4 a 8

Se debe adoptar el mayor de los dos valores del empuje obtenidos de esta tabla.

En la Figura 2 se relaciona el empuje necesario F (en kN por m² de obra viva) de diversos tipos de buque, en función de su eslora en metros y de la velocidad de giro VPSI que se pretenda alcanzar, en grados por segundo.

Este gráfico representa la fórmula:

$$VPSI = \frac{188}{L_{pp}} F^{1/2} \text{ (grados/segundo)}$$

Cogiendo el valor máximo indicado en la tabla para un buque de carga, tenemos:

$$F = 9 \frac{kg}{m^2} = 88,29 \frac{N}{m^2} = 0,088 \frac{kN}{m^2}$$

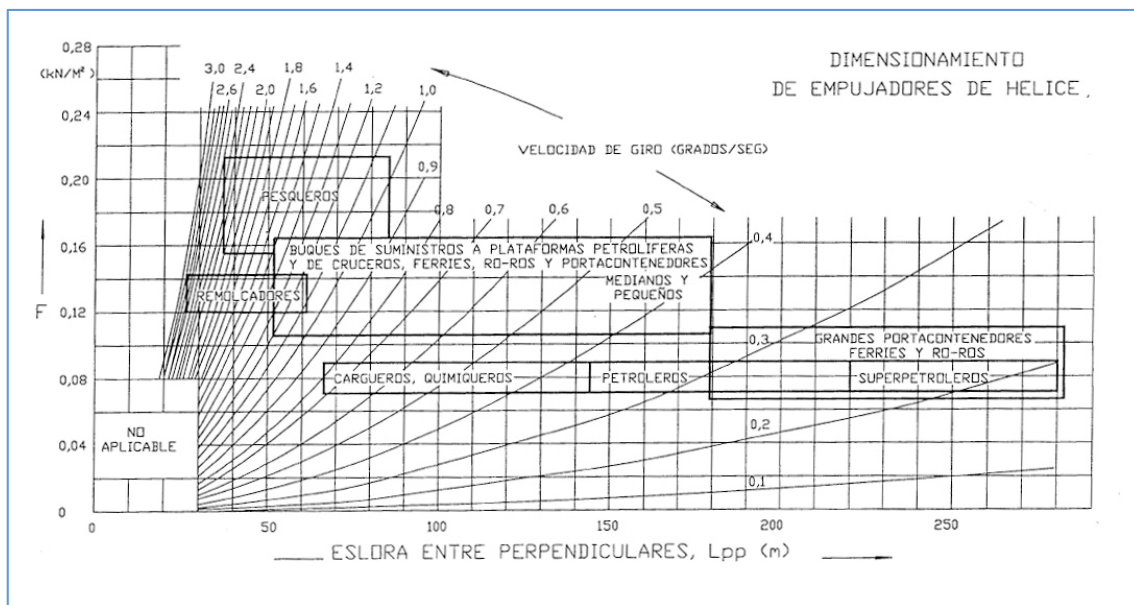


Figura 2. Dimensionamiento de empujadores transversales.

Introduciendo este valor en la fórmula anterior:

$$VPSI = \frac{188}{128} 0,088^{1/2} = 0,436 \frac{deg}{s} = 26,142 \frac{deg}{min}$$

Para calcular el empuje total del propulsor de proa se necesita el valor del área lateral proyectada de la obra viva. De los datos de hidrostáticas del programa Maxsurf Modeler, se estima el valor de esta área igual a 1510,867 m².

$$Empuje\ total = 1510,867 * 0,088 = 132,956\ kN$$

6. Bibliografía

1. ALVARIÑO CASTRO, Ricardo., AZPIROZ AZPIROZ, Juan José y MEIZOSO FERNÁNDEZ, Manuel. *El Proyecto Básico del Buque Mercante*. Madrid: Fondo Editorial de Ingeniería Naval, Colegio Oficial de Ingenieros Navales, 1997. ISBN: 84-921750-2-8.
2. JUNCO OCAMPO, Fernando. *Proyectos de Buques y Artefactos. Proyecto de las formas de un buque*. Ferrol: Escuela Politécnica Superior, Universidad de A Coruña, 2005. ISBN: 84-96474-30-5.
3. *Rules for the Classification of Steel Ships*. Neuilly-sur-Seine Cedex. Bureau Veritas Marine Division, Bureau Veritas, 2013.

Anexo I – Buque base “Salica Frigo”



SALICA FRIGO: 8800m³ refrigerated cargo vessel

Shipbuilder:.....Hijos de J Barreras SA, (Astillero Barreras), Spain
 Vessel's name:.....*Salica Frigo*
 Hull number:.....1586
 Owner/operator:.....Albafrijo Canarias/Albafrijo SA, Spain
 Designer:.....Hijos de J Barreras SA, Spain
 Flag:.....Spain
 Total number of sister ships already completed:.....Nil
 Total number of sister ships still on order:.....Nil

THIS refrigerated cargo vessel is operated by a company closely connected with the Canary Islands banana and fruit trade, and features a somewhat unusual profile with poop and long forecastle erections on the main deck, joined by a fore-and-aft trunk to form a full-length upper deck. There are four cargo holds, of which Nos 2, 3 and 4 are accessed through 10m long x 9.37m wide hatches positioned on the trunk, with No 1 served by a 10m x 7.97m wide hatch on what is technically the forecastle.

Because of the fine fore-end lines, Nos 1 and 2 holds are sub-divided into only three tweendecks with deep tanks below, whereas Nos 3 and 4 holds have four tweendecks. All the decks have hatches fitted with hydraulically operated folding covers; these stow at each end of the openings.

The holds are served by four electric-hydraulic deck cranes; each is designed to lift 6000kg at 18m outreach and at a hoisting speed of 60m/min. Provision has been made for a single row/tier of 20ft containers to be carried on the main deck alongside the trunk, and on the upper deck alongside No 1 hatch. Appropriate power supplies are available for refrigerated units.

The cargo refrigeration plant has been sized for simultaneous operation of the four holds with each compartment provided with two finned air coolers, and high-performance ventilators supplying 90 air changes hourly. Three cooling units (total power 170kW) are fitted, each including a compressor, condenser, ammonia tank, plate heat exchanger for brine cooling, hot and cold brine pumps, CO₂ measuring, NH₃ detection, monitoring, control and alarm systems.

Ammonia (NH₃) is used as the primary coolant for the brine circulated to the hold evaporators through a three-temperature system, consisting of a main line for cooling, a freezing line, and a de-frosting line. The temperatures of the different rooms are modulated and computer-controlled through three-way valves.

The machinery installation incorporates an 'alternative propulsion system' using the two diesel-alternator sets to supply the main-engine driven alternator in reverse mode, and this in turn drives the gearbox and shaft line through the power take-in/power take-off at 1400kW. This arrangement

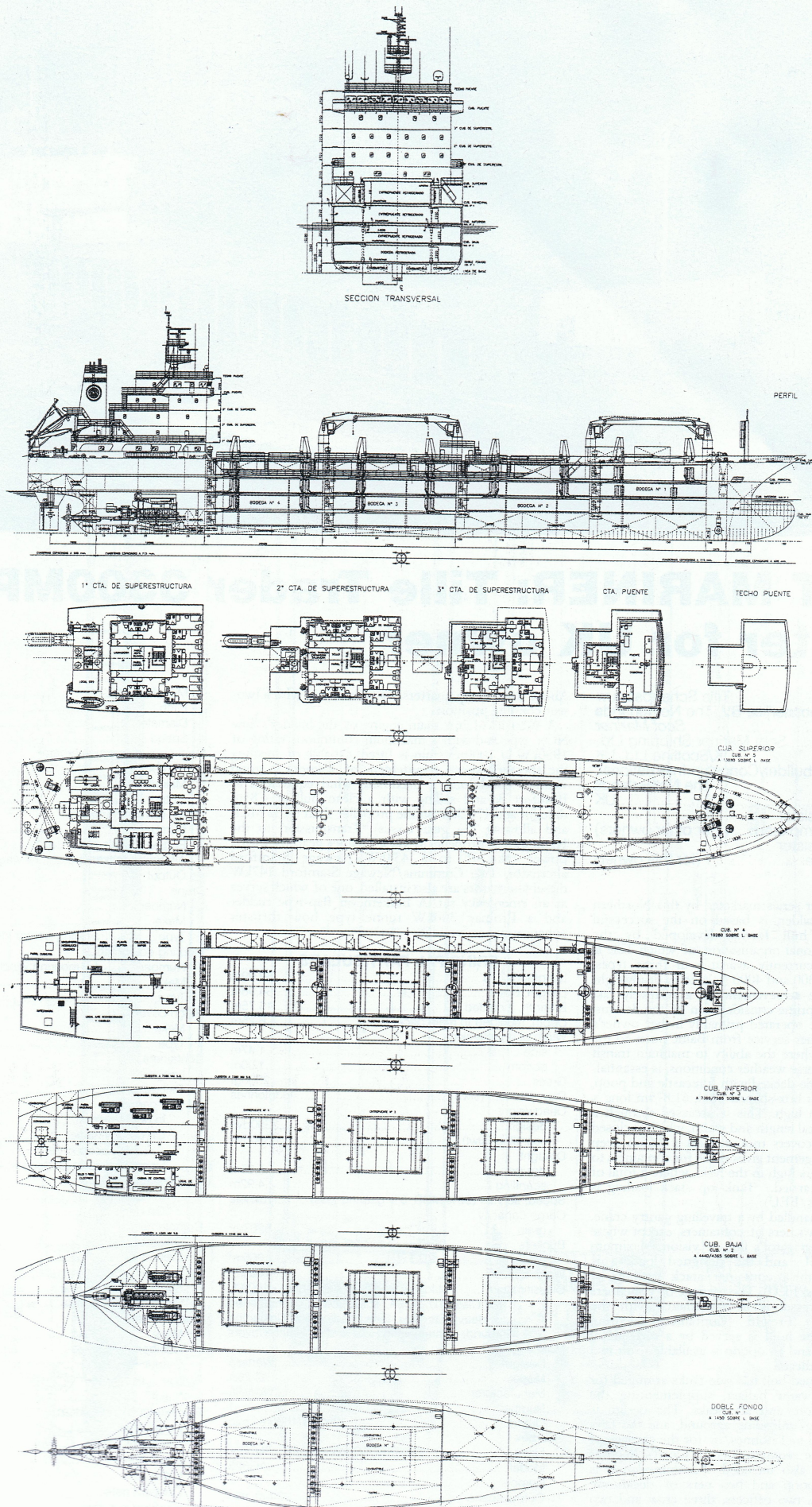
enables *Salica Frigo* to be brought into port at reduced speed in an emergency.

The main engine is a Wärtsilä 6L46C unit developing 6300kW at 500rev/min and coupled through a reduction gearbox to a CP propeller running at 132rev/min. The electrical generating plant, which also forms part of the alternative propulsion arrangements, consists of an Indar 1500kW alternator driven from the gearbox, and two Wärtsilä/Indar 990kW diesel-alternator sets. A hydraulically controlled 370kW CP thruster is fitted forward and the underhung rudder is of the Becker flap-type.

PRINCIPAL PARTICULARS

Length, oa.....132.90m
 Length, bp.....120.00m
 Breadth, moulded.....18.80m
 Depth, moulded
 to upper deck (trunk top).....13.08m
 to main deck.....10.28m
 to second deck.....7.36m/7.59m
 Gross.....
 Deadweight, design.....6150dwt
 Draught, design.....7.50m
 Speed, service, 90% MCR.....17knots
 Cargo capacity
 refrigerated.....8800m³
 Bunkers
 diesel oil.....1660m³
 Water ballast.....1200m³
 Classification.....Bureau Veritas 1 3/3+E, Refrigerated
 Cargo Carrier, AUT-MS, Deep Sea, RMC Freezing
 Percentage of high-tensile steel used in construction.....Nil
 Main engine
 Design.....Wärtsilä
 Model.....6L46C
 Manufacturer.....Wärtsilä
 Number.....1
 Output.....6300kW/500rev/min
 Gearbox
 Make.....Wärtsilä
 Model.....SCV 95
 Number.....1
 Output speed.....132rev/min
 Propeller
 Material.....Hub: stainless steel
 Blades.....Nickel-aluminium-bronze
 Manufacturer.....Wärtsilä
 Number.....1
 Pitch.....Controllable
 Diameter.....4500mm
 Speed.....132rev/min
 Main engine-driven alternator
 Number.....1
 Make/type.....Indar/LCB-560-M/6
 Output
 as PTO.....1500kW

as PTI.....1400kW
 Diesel-driven alternators
 Number.....2
 Engine make/type.....Wärtsilä/6L20
 Alternator make/type.....Indar/-
 Output.....2 x 990kW/1000rev/min
 Boiler
 Number.....1
 Type.....
 Make.....Ferrol
 Output.....3000kW
 Cargo cranes
 Number.....4
 Make/type.....Marco-Technicas/hydraulic
 Capacity.....6000kg at 18m radius/60m/min
 Mooring equipment
 Number.....2 x mooring winch/windlass
 2 x mooring winch
 Make.....Marco-Technicas
 Type.....Hydraulic
 Hatch covers
 Make.....
 Type.....Hydraulic folding-pairs
 on all decks
 Containers
 Length.....20ft
 Position.....Main deck and upper deck
 Total TEU capacity.....18
 Complement
 Officers.....6
 Crew.....19
 Cabin.....25 single
 Special rudder.....Becker flap-type
 Bow thruster
 Make.....Balino-Kamewa
 Number.....1
 Output.....370kW/1200rev/min
 Bridge control system
 Make.....Nautical-Furuno
 One man operation.....No
 Fire detection system
 Make.....RMI (Thorn)
 Fire extinguishing systems
 Holds and engineroom.....CO₂
 Make.....Iturri
 Radars
 Number.....2
 Make.....Furuno
 Models.....1 x X-band ARPA
 1 x S-band ARPA
 Waste disposal plant
 Sewage plant
 Number.....1
 Make.....Facet
 Model.....STP-2
 Contract date.....August 2000
 Launch/floatout date.....22 August 2001
 Delivery date.....November 2001



Anexo II – Informe completo de la resistencia al avance

Resistance

13 may 2014 05:30

HydroComp NavCad 2012

Project ID Frigorífico Gabriel

Description

File name TFG 13-510.hcnc

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Percentage
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Off]
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Margin:	[Calc] Hull + added drag [15%]
Friction line:		ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	[On]	1,159	Water type:	Salt
Speed corr:	[Off]		Density:	1026,00 kg/m3
Spray drag corr:	[Off]		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)		
Roughness [mm]:	[On]	0,15		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,24	0,60	6,62	2,83	0,67
Range	0,06-0,40	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00	0,01-1,07

Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CV/CF]	CR	dCF	CA	CT
14,00	0,200	0,488	8,01e8	0,001574	1,159	0,000178	0,000000	0,000448	0,002450
15,00	0,214	0,523	8,59e8	0,001560	1,159	0,000250	0,000000	0,000441	0,002498
16,00	0,229	0,558	9,16e8	0,001547	1,159	0,000337	0,000000	0,000434	0,002564
+ 17,00 +	0,243	0,593	9,73e8	0,001536	1,159	0,000446	0,000000	0,000427	0,002653
18,00	0,257	0,628	1,03e9	0,001525	1,159	0,000590	0,000000	0,000420	0,002778
19,00	0,271	0,663	1,09e9	0,001515	1,159	0,000757	0,000000	0,000414	0,002926
20,00	0,286	0,697	1,14e9	0,001505	1,159	0,000901	0,000000	0,000408	0,003053
RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
14,00	207,37	10,37	0,00	0,00	0,00	32,66	250,40	1493,5	1803,4
15,00	242,75	12,14	0,00	0,00	0,00	38,23	293,11	1873,2	2261,9
16,00	283,44	14,17	0,00	0,00	0,00	44,64	342,26	2333,1	2817,2
+ 17,00 +	331,05	16,55	0,00	0,00	0,00	52,14	399,75	2895,2	3496,0
18,00	388,73	19,44	0,00	0,00	0,00	61,22	469,39	3599,6	4346,5
19,00	456,23	22,81	0,00	0,00	0,00	71,86	550,89	4459,4	5384,7
20,00	527,42	26,37	0,00	0,00	0,00	83,07	636,86	5426,6	6552,6
OTHER									
SPEED [kt]	CTLR	CTLT							
14,00	0,00344	0,04718							
15,00	0,00481	0,04811							
16,00	0,00649	0,04937							
+ 17,00 +	0,00858	0,05108							
18,00	0,01137	0,05350							
19,00	0,01457	0,05635							
20,00	0,01735	0,05880							

Anexo III – Motor Wärtsilä 8L46F

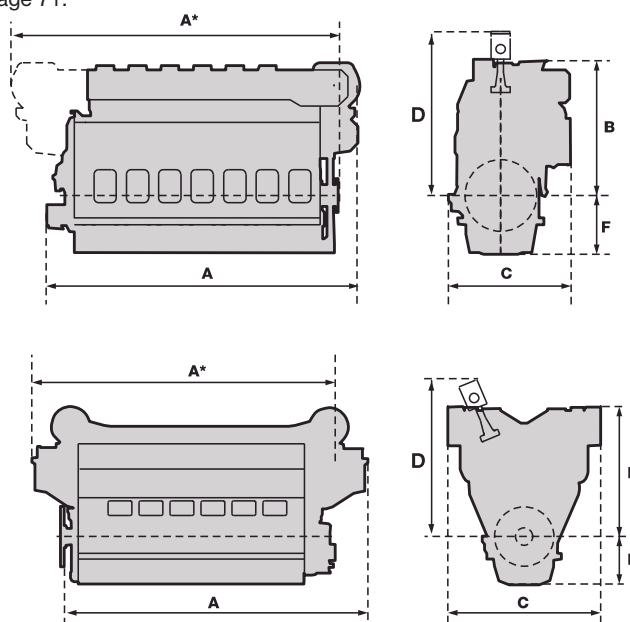
ENGINES AND GENERATING SETS

Wärtsilä 46F			IMO Tier II
Cylinder bore	460 mm	Fuel specification: Fuel oil	
Piston stroke	580 mm	700 cSt/50°C	7200 sR1/100°F
Cylinder output	1200 kW/cyl	ISO 8217, category ISO-F-RMK 700	
Speed	600 rpm	SFOC 170 g/kWh at ISO condition	
Mean effective pressure	24.9 bar	Option: Lubricating oil module integrated on engine.	
Piston speed	11.6 m/s		

Rated power	
Engine type	kW
6L46F	7 200
7L46F	8 400
8L46F	9 600
9L46F	10 800
12V46F	14 400
14V46F	16 800
16V46F	19 200

Dimensions (mm) and weights (tonnes)							
Engine type	A*	A	B	C	D	F	Weight
6L46F	8 430	8 620	3 500	2 930	3 750	1 430	97
7L46F	9 260	9 440	3 800	2 950	3 750	1 430	113
8L46F	10 080	10 260	3 800	2 950	3 750	1 430	124
9L46F	10 900	11 080	3 800	2 950	3 750	1 430	140
12V46F	10 080	10 150	3 820	4 050	3 800	1 620	173
14V46F	11 650	11 729	4 243	4 678	3 800	1 620	216
16V46F	12 700	12 779	4 243	4 678	3 800	1 620	233

* Turbocharger at flywheel end.
For definitions see page 71.



Anexo IV – Informes de los análisis propulsivos de las hélices consideradas

Propulsion

22 jun 2014 11:48

HydroComp NavCad 2012

Project ID **Frigorífico Gabriel**

Description

File name **TFG 13-510.hcnc**

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	Variable RPM
Max prop diam:	4500,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
		RPM constraint:	
		Limit [RPM/s]:	
		Water properties	
		Water type:	Salt
		Density:	1026,00 kg/m3
		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Viscous scale corr:	[On] Standard		
Rudder location:	Behind propeller		
Friction line:	ITTC-57		
Hull form factor:	1,159		
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)		
Roughness [mm]:	[Off] 0,15		
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,24	0,60	6,61	2,83
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

HULL-PROPULSOR					ENGINE				
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]	
14,00	1806,2	0,2360	0,1898	0,9991	93	3070,9	---	32,0	
15,00	2265,8	0,2357	0,1898	0,9991	101	3864,5	---	40,3	
16,00	2822,6	0,2354	0,1898	0,9991	109	4836,8	---	50,4	
+ 17,00 +	3503,4	0,2352	0,1898	0,9991	118	6043,0	---	62,9	
18,00	4357,1	0,2349	0,1898	0,9991	128	7587,5	---	79,0	
19,00	5400,2	0,2347	0,1898	0,9991	139	9509,4	---	99,1	
20,00	6573,9	0,2345	0,1898	0,9991	150	11683,6	---	121,7	
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]	
14,00	140	196,75	2889,4	2978,8	2978,8	3070,9	258,1	3457,1	
15,00	152	228,48	3636,1	3748,6	3748,6	3864,5	219,7	3430,9	
16,00	164	264,28	4550,9	4691,7	4691,7	4836,8	187,3	3399,7	
+ 17,00 +	178	305,22	5685,9	5861,7	5861,7	6043,0	159,3	3362,5	
18,00	193	353,42	7139,1	7359,9	7359,9	7587,5	134,3	3315,9	
19,00	209	408,66	8947,4	9224,1	9224,1	9509,4	113,1	3266,2	
20,00	225	466,71	10993,1	11333,1	11333,1	11683,6	96,9	3226,3	
EFFICIENCY			THRUST						
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]					
14,00	0,5900	0,6064	309,53	250,78					
15,00	0,5884	0,6044	362,40	293,62					
16,00	0,5858	0,6016	423,25	342,92					
+ 17,00 +	0,5822	0,5977	494,44	400,60					
18,00	0,5768	0,5920	580,76	470,53					
19,00	0,5706	0,5854	681,90	552,48					
20,00	0,5655	0,5801	788,60	638,93					

Propulsion

22 jun 2014 11:48

HydroComp NavCad 2012

Project ID **Frigorífico Gabriel**

Description

File name **TFG 13-510.hcnc**

Prediction results [Propulsor]

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
14,00	0,5237	0,1349	0,01906	0,49202	0,13272	1,2529	2,1254	4,27e7	
15,00	0,5179	0,1345	0,01885	0,50143	0,13564	1,2769	2,1722	4,62e7	
16,00	0,5108	0,1342	0,01862	0,51434	0,13973	1,3098	2,2377	5,00e7	
+ 17,00 +	0,5018	0,1339	0,01837	0,5319	0,14541	1,3545	2,3286	5,40e7	
18,00	0,4901	0,1338	0,01809	0,55693	0,15366	1,4182	2,4608	5,85e7	
19,00	0,4775	0,1337	0,01781	0,58658	0,16361	1,4937	2,6202	6,33e7	
20,00	0,4673	0,1336	0,01757	0,6119	0,17221	1,5582	2,7579	6,81e7	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
14,00	9,28	2,54	0,50	33,01	0,465	23,65	2,0	2,0	2946,7
15,00	8,08	2,17	0,42	35,78	0,510	27,69	2,0	2,0	2923,8
16,00	7,10	1,85	0,36	38,71	0,562	32,34	2,0	2,0	2895,8
+ 17,00 +	6,28	1,58	0,31	41,88	0,623	37,78	2,0	2,0	2861,5
18,00	5,60	1,35	0,26	45,41	0,697	44,37	2,0	2,0	2817,7
19,00	5,02	1,14	0,23	49,22	0,784	52,10	3,0	3,0	2770,7
20,00	4,53	0,99	0,20	52,95	0,875	60,25	4,6	4,6	2733,1

Report ID20140622-1148

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Propulsion

22 jun 2014 11:55

HydroComp NavCad 2012

Project ID **Frigorífico Gabriel**

Description

File name **TFG 13-510.hcnc**

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	Variable RPM
Max prop diam:	4500,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
		RPM constraint:	
		Limit [RPM/s]:	
		Water properties	
		Water type:	Salt
		Density:	1026,00 kg/m3
		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Viscous scale corr:	[On] Standard		
Rudder location:	Behind propeller		
Friction line:	ITTC-57		
Hull form factor:	1,159		
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)		
Roughness [mm]:	[Off] 0,15		
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,24	0,60	6,61	2,83
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

HULL-PROPULSOR					ENGINE				
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]	
14,00	1806,2	0,2360	0,1898	0,9876	93	3075,4	---	32,0	
15,00	2265,8	0,2357	0,1898	0,9876	101	3870,6	---	40,3	
16,00	2822,6	0,2354	0,1898	0,9876	110	4844,8	---	50,5	
+ 17,00 +	3503,4	0,2352	0,1898	0,9876	119	6053,6	---	63,1	
18,00	4357,1	0,2349	0,1898	0,9876	129	7601,4	---	79,2	
19,00	5400,2	0,2347	0,1898	0,9876	141	9527,3	---	99,2	
20,00	6573,9	0,2345	0,1898	0,9876	151	11705,8	---	121,9	
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]	
14,00	132	206,19	2893,7	2983,2	2983,2	3075,4	257,7	3648,7	
15,00	144	239,21	3641,9	3754,5	3754,5	3870,6	219,4	3616,0	
16,00	156	276,37	4558,5	4699,5	4699,5	4844,8	187,0	3577,3	
+ 17,00 +	169	318,70	5695,9	5872,0	5872,0	6053,6	159,0	3530,9	
18,00	183	368,28	7152,1	7373,3	7373,3	7601,4	134,1	3472,6	
19,00	199	424,89	8964,2	9241,5	9241,5	9527,3	112,9	3410,6	
20,00	214	484,34	11014,0	11354,7	11354,7	11705,8	96,7	3360,7	
EFFICIENCY			THRUST						
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]					
14,00	0,5960	0,6055	309,53	250,78					
15,00	0,5943	0,6035	362,40	293,62					
16,00	0,5917	0,6006	423,25	342,92					
+ 17,00 +	0,5879	0,5966	494,44	400,60					
18,00	0,5825	0,5909	580,76	470,53					
19,00	0,5762	0,5843	681,90	552,48					
20,00	0,5710	0,5790	788,60	638,93					

Propulsion

22 jun 2014 11:55

HydroComp NavCad 2012

Project ID Frigorífico Gabriel

Description

File name TFG 13-510.hcnc

Prediction results [Propulsor]

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
14,00	0,5543	0,1512	0,02238	0,49202	0,13139	1,2529	2,1286	3,53e7	
15,00	0,5477	0,1504	0,02206	0,50143	0,13429	1,2769	2,1756	3,82e7	
16,00	0,5394	0,1497	0,02172	0,51434	0,13835	1,3098	2,2415	4,14e7	
+ 17,00 +	0,5291	0,1489	0,02133	0,5319	0,14399	1,3545	2,3327	4,48e7	
18,00	0,5158	0,1481	0,02088	0,55693	0,15217	1,4182	2,4653	4,86e7	
19,00	0,5013	0,1474	0,02041	0,58658	0,16203	1,4937	2,6251	5,28e7	
20,00	0,4897	0,1467	0,02002	0,61189	0,17055	1,5582	2,7631	5,68e7	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
14,00	9,28	2,85	0,55	31,19	0,497	21,67	2,0	2,0	3119,4
15,00	8,08	2,42	0,47	33,83	0,548	25,37	2,0	2,0	3091,8
16,00	7,10	2,06	0,40	36,65	0,606	29,63	2,0	2,0	3058,3
+ 17,00 +	6,28	1,76	0,34	39,71	0,674	34,62	2,0	2,0	3017,3
18,00	5,60	1,49	0,29	43,15	0,757	40,66	2,0	2,0	2965,0
19,00	5,02	1,26	0,25	46,88 !	0,854	47,74	2,4	2,4	2908,9
20,00	4,53	1,09	0,21	50,53 !!	0,956	55,21	3,5	3,5	2863,9

Report ID20140622-1155

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Propulsion

22 jun 2014 11:56

HydroComp NavCad 2012

Project ID **Frigorífico Gabriel**

Description

File name **TFG 13-510.hcnc**

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	Variable RPM
Max prop diam:	4500,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
		RPM constraint:	
		Limit [RPM/s]:	
		Water properties	
		Water type:	Salt
		Density:	1026,00 kg/m3
		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Viscous scale corr:	[On] Standard		
Rudder location:	Behind propeller		
Friction line:	ITTC-57		
Hull form factor:	1,159		
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)		
Roughness [mm]:	[Off] 0,15		
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,24	0,60	6,61	2,83
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

HULL-PROPULSOR					ENGINE				
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]	
14,00	1806,2	0,2360	0,1898	0,9828	95	3109,0	---	32,4	
15,00	2265,8	0,2357	0,1898	0,9828	103	3914,8	---	40,8	
16,00	2822,6	0,2354	0,1898	0,9828	112	4902,8	---	51,1	
+ 17,00 +	3503,4	0,2352	0,1898	0,9828	121	6130,1	---	63,9	
18,00	4357,1	0,2349	0,1898	0,9828	133	7703,6	---	80,2	
19,00	5400,2	0,2347	0,1898	0,9828	145	9663,7	---	100,7	
20,00	6573,9	0,2345	0,1898	0,9828	157	11881,4	---	123,8	
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]	
14,00	122	224,41	2925,3	3015,7	3015,7	3109,0	254,9	3976,6	
15,00	133	259,97	3683,4	3797,3	3797,3	3914,8	216,9	3931,0	
16,00	144	299,74	4613,0	4755,7	4755,7	4902,8	184,8	3875,6	
+ 17,00 +	157	344,65	5767,8	5946,2	5946,2	6130,1	157,0	3807,6	
18,00	172	396,64	7248,3	7472,5	7472,5	7703,6	132,3	3721,0	
19,00	187	455,34	9092,5	9373,7	9373,7	9663,7	111,3	3627,4	
20,00	203	516,85	11179,2	11525,0	11525,0	11881,4	95,3	3551,9	
EFFICIENCY			THRUST						
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]					
14,00	0,5924	0,5989	309,53	250,78					
15,00	0,5904	0,5967	362,41	293,62					
16,00	0,5875	0,5935	423,25	342,92					
+ 17,00 +	0,5834	0,5892	494,44	400,60					
18,00	0,5776	0,5831	580,76	470,53					
19,00	0,5708	0,5761	681,90	552,48					
20,00	0,5653	0,5704	788,60	638,93					

Propulsion

22 jun 2014 11:56

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Frigorífico Gabriel

Description

File name

TFG 13-510.hcnc

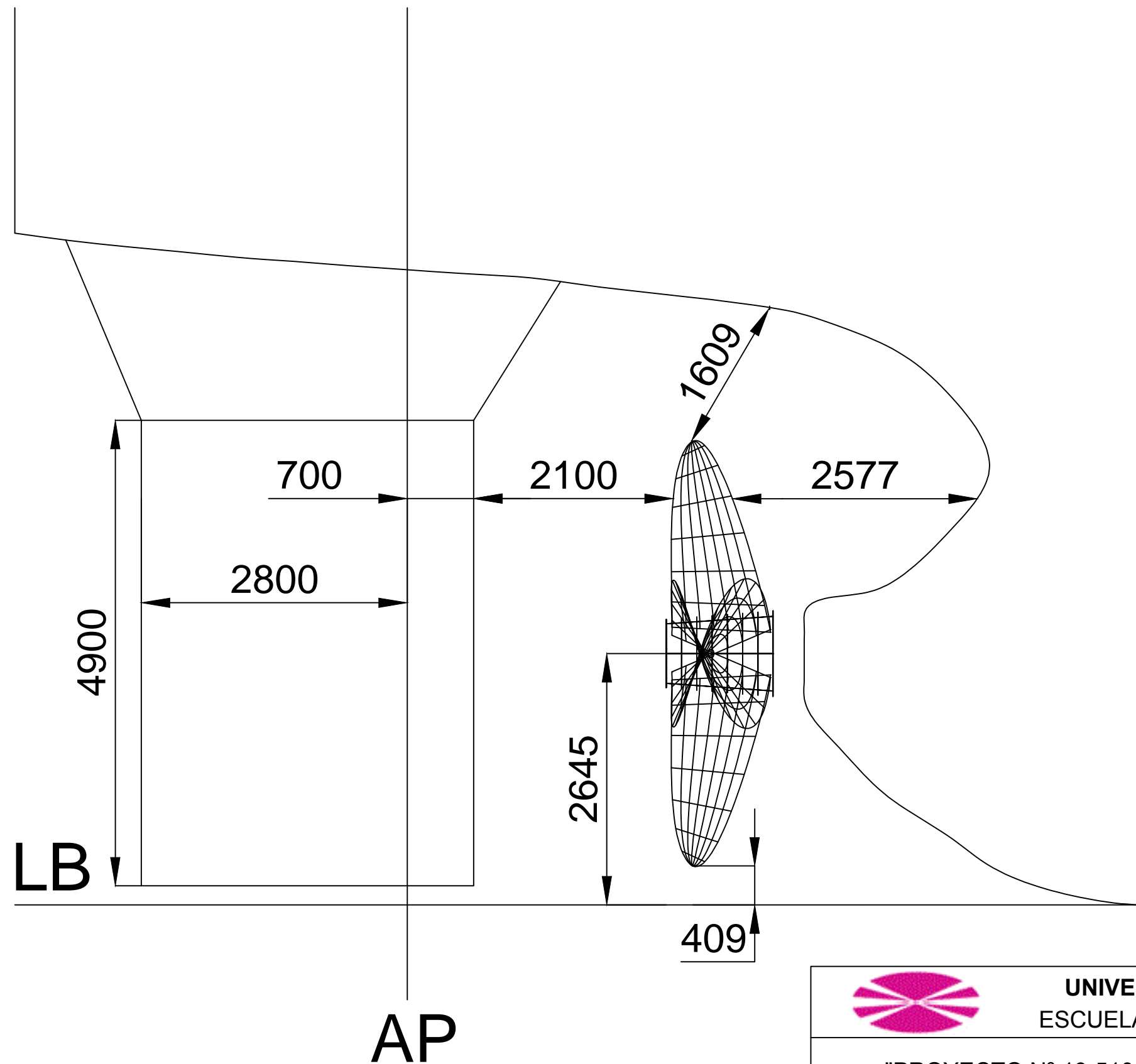
Prediction results [Propulsor]

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
14,00	0,5997	0,1770	0,02851	0,49202	0,13218	1,2529	2,1518	2,94e7	
15,00	0,5914	0,1754	0,02796	0,50143	0,13516	1,2769	2,2004	3,19e7	
16,00	0,5809	0,1736	0,02732	0,51434	0,13933	1,3098	2,2683	3,46e7	
+ 17,00 +	0,5678	0,1715	0,02656	0,5319	0,1451	1,3545	2,3622	3,76e7	
18,00	0,5508	0,1689	0,02564	0,55693	0,15347	1,4182	2,4985	4,10e7	
19,00	0,5322	0,1661	0,02465	0,58658	0,16356	1,4937	2,6627	4,47e7	
20,00	0,5173	0,1637	0,02385	0,6119	0,17227	1,5582	2,8046	4,84e7	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
14,00	9,28	3,34	0,64	28,83	0,529	20,14	2,0	2,0	3374,7
15,00	8,08	2,83	0,54	31,33	0,585	23,58	2,0	2,0	3338,4
16,00	7,10	2,39	0,46	34,03	0,649	27,53	2,0	2,0	3293,7
+ 17,00 +	6,28	2,03	0,39	37,01	0,725	32,17	2,0	2,0	3238,0
18,00	5,60	1,70	0,33	40,41	0,817	37,78	2,0	2,0	3166,2
19,00	5,02	1,42	0,28	44,16	0,924	44,36	2,1	2,1	3088,3
20,00	4,53	1,21	0,24	47,83 !	1,037	51,30	2,9	2,9	3025,6

Report ID20140622-1156

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Anexo V – Plano del codaste con las claras de la hélice y el diseño del timón



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

Gabriel Pérez López

PLANO DEL CODASTE Y COTAS
DE LA HÉLICE

FERROL,
Junio de 2014

ESCALA
1:50

PLANO 01/01

CUADERNO 7

DISPOSICIÓN GENERAL

BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³



Proyecto nº 13-510

Grado en Arquitectura Naval

Gabriel Pérez López



ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

PROYECTO FIN DE GRADO

CURSO 2.013-2.014

PROYECTO NÚMERO 13-510

TIPO DE BUQUE: BUQUE DE CARGA FRIGORÍFICO

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS.
SOLAS. MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Capacidad de carga de 400.000 FT3. Carga Refrigerada y carga congelada 54 TEUS SOBRE CUBIERTA PARA CARGA CONGELADA

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 17 nudos al calado de trazado con el motor al 85 % MCR y 15% de margen de mar. Autonomía 6.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Dos grúas géminis de 8T a 15 metros para pallets y carga refrigerada.

PROPULSIÓN: Motor/es diésel acoplado/s a una/s línea/s de ejes.

TRIPULACIÓN: 12 Personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Hélice en proa.

Ferrol, Septiembre de 2.013

ALUMNO: D. GABRIEL PEREZ LOPEZ

Contenido

1. Introducción	2
2. Localización de espacios y acceso a ellos	3
2.1. Espacios de carga	3
2.2. Espacios de maquinaria.....	3
2.3. Espacios de tripulación.....	4
2.4. Accesos a tanques	7
3. Bibliografía	8
Anexo I – Planos	9

1. Introducción

El objetivo de este cuaderno es describir los distintos espacios del buque en proyecto, que tiene las siguientes características principales:

- L_{PP}: 128 m.
- B: 20 m.
- D: 13,5 m.
- T_{Diseño}: 7,071 m.
- C_B: 0,60
- Velocidad: 17 nudos
- Autonomía: 6.000 millas
- Peso en rosca: 6.300 tn.
- Peso muerto de diseño (carga de plátanos): 5.771,488 tn.
- Desplazamiento de diseño: 12.071,488 tn.
- Tripulación: 12 personas
- Volumen de bodegas: 400.000 ft³.
- Grúas: 2 grúas Géminis de 8 tn. a 15 metros.
- Pot. MP: 9.600 kW
- Pot. Aux.: 1.500 kW (PTO) + 2 x 1.000 kW

2. Localización de espacios y acceso a ellos

2.1.Espacios de carga

Los espacios de carga estarán situados en la parte central del buque. El acceso a los espacios de carga se realiza mediante escotillas situadas en la zona de popa de cada espacio, donde están situados los espacios de ventilación. El acceso de la carga se realiza mediante escotillas situadas en cubierta y entre cada entrepuente refrigerado.

2.2.Espacios de maquinaria

Los espacios de maquinaria están situados a popa, justo debajo de la habitación. Los accesos se situarán en la zona central con escaleras. La cámara de máquinas tendrá un nivel intermedio. El motor irá situado sobre el doble fondo.

En la cubierta intermedia se dispondrá de espacios destinados a:

- Gambuzas para alimentos en dos partes diferenciadas (carne y pescado) para evitar que se mezclen los sabores.
- Dos paños de cubierta.
- Maquinaria hidráulica de chigres.
- Incinerador.
- Dos paños de máquinas.
- Planta séptica.
- Caldera de vapor.
- Antecámara.
- Local de aire acondicionado y gambuza.
- Local de bombas de salmuera.

En la cubierta inferior se situarán:

- Maquinaria frigorífica.
- Local de la depuradora.
- Cabina de control.
- Taller.
- Pañol eléctrico.
- Local del servomotor.

2.3.Espacios de tripulación

Los camarotes de la dotación se dividen, según sus características, en dos tipos:

- Tipo marinería

Los camarotes tipo marinería son de una superficie aproximada de 14 m², dotados del siguiente mobiliario:

- Cama de 105 cm.
- Mesita de noche.
- Butaca.
- Escritorio.
- Armario.
- Aseo individual con ducha, retrete y lavabo.

La colocación de las camas lejos del costado del buque disminuye los ruidos.

Estos camarotes tipo se muestran en un plano del Anexo I.

- Tipo oficiales

Los camarotes tipo oficiales son de una superficie aproximada de 21 m², dotados del siguiente mobiliario:

- Cama de 150 cm.
- Mesita de noche.
- Armario.

Estos camarotes disponen de un despacho independiente, con acceso exterior e interior al dormitorio, dotado de:

- Mesa de escritorio de 170x70 cm.
- Dos sillas.
- Armario.

Además, estos camarotes poseen un aseo individual, con acceso desde el dormitorio, dotado de:

- Ducha.
- Retrete.
- Lavabo.

La colocación de las camas lejos del costado del buque disminuye los ruidos.

Estos camarotes tipo se muestran en un plano del Anexo I.

En la cubierta principal se dispondrá el grupo de emergencia, con un acceso por el interior dispuesto de tal modo que el guardacalor y el local del grupo de emergencia estén separados por dicho acceso. También por el interior se podrá acceder a la cámara de máquinas. Se dispondrá un pasillo que cruce de babor a estribor. El acceso a las gambuzas se realiza a través del exterior. En esta cubierta también se dispondrá de:

- Cocina con acceso directo a los comedores.
- Comedor para los oficiales, situado a proa de la cocina.
- Comedor para la tripulación situado a popa de la cocina.
- Salón de oficiales.
- Salón de tripulación.
- Aseo con acceso exterior.
- Oficio.
- Oficina del buque.
- Oficina de carga.
- Tronco de tuberías.
- Tronco de escaleras.

En la primera cubierta de superestructura se dispone de una lancha de salvamento debidamente equipada, con su pescante, además de los siguientes locales:

- Pañol.
- Local de basura.
- Local de botellas de oxígeno y acetileno.
- Lavandería.
- Pañol de ropa blanca.
- Pañol de cocina.
- Enfermería debidamente equipada con tres camas, aseo, botiquín y puertas con ancho suficiente para el paso de una camilla.
- Camarote del cocinero tipo marinería.
- 7 camarotes tipo marinería.

En la segunda cubierta de superestructura se disponen los siguientes locales:

- Pañol.
- Camarote del 1º de máquinas tipo oficial.

- Camarote del 1º de puente tipo oficial.
- Camarote del inspector tipo marinería con cama de 150 cm.
- Camarote del armador tipo marinería con cama de 150 cm.
- Camarote del jefe de máquinas tipo oficial.
- Camarote del capitán tipo oficial.

En la cubierta puente se sitúan los locales de:

- Puente de gobierno, con sala de derrota a estribor y G.M.D.S. a babor.
- Aseo.
- Pañol archivo I.S.M.
- Camarote del práctico con aseo individual.

Todos los pasillos tienen un ancho superior a 900 mm.

Todas las cubiertas de la superestructura tienen una altura de 2700 mm, lo que hace una altura libre de 2.100 mm aproximadamente.

El tronco de escaleras se sitúa longitudinalmente para evitar que en el balance se produzcan accidentes.

A continuación se muestra un desglose por m² de la habitación en cada cubierta:

Locales	Cbta. Intermedia	Cbta. Principal	1ª Superestr.	2ª Superestr.	Cbta. Puente
Camarote oficial		20,43		111,5	13,94
Camarote marinería			110,5		
Comedor y salón		105,01			
Pasillos		36,95	30,85	18,06	
Aseo individual		1,91	24,12	14,64	1,97
Aseo público		5,36			1,97
Cocina		29,44			
Oficio		15,16			
Gambuza	56,84		4,37	9,69	
Lavadero			19,65		
Gambuza frigorífica	38,95				

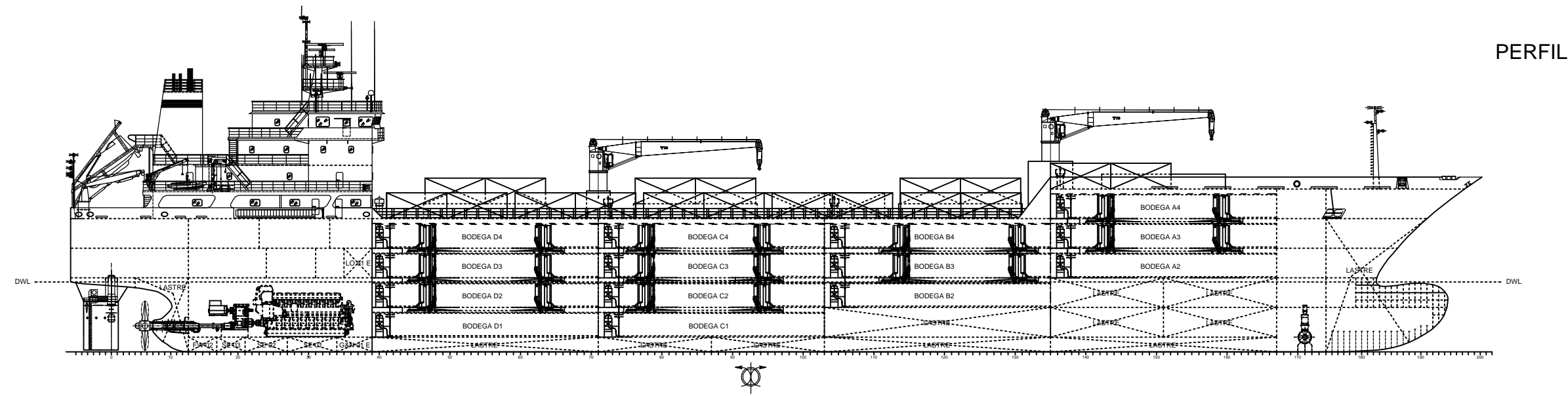
2.4.Accesos a tanques

Los accesos a tanques de doble fondo se realizan a través del túnel de tuberías y mediante escotillas desde el entrepuente de carga más bajo. Los accesos a los paños de cubierta se realizan mediante escotillas en cubierta. El acceso a la hélice de proa se realiza mediante escaleras.

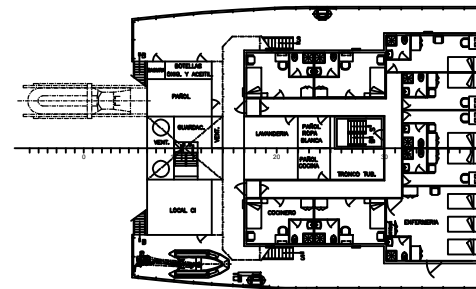
3. Bibliografía

1. ALVARIÑO CASTRO, Ricardo., AZPIROZ AZPIROZ, Juan José y MEIZOSO FERNÁNDEZ, Manuel. *El Proyecto Básico del Buque Mercante*. Madrid: Fondo Editorial de Ingeniería Naval, Colegio Oficial de Ingenieros Navales, 1997. ISBN: 84-921750-2-8.
2. LAMB, T. *Ship Design and Construction*. Jersey City: The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 2003. ISBN:0-939773-40-6.
3. Publicación *SIGNIFICANT SHIPS OF 2001*, The Royal Institution of Naval Architects, 2002, pp. 96-97. ISBN: 0-903055-73-2.

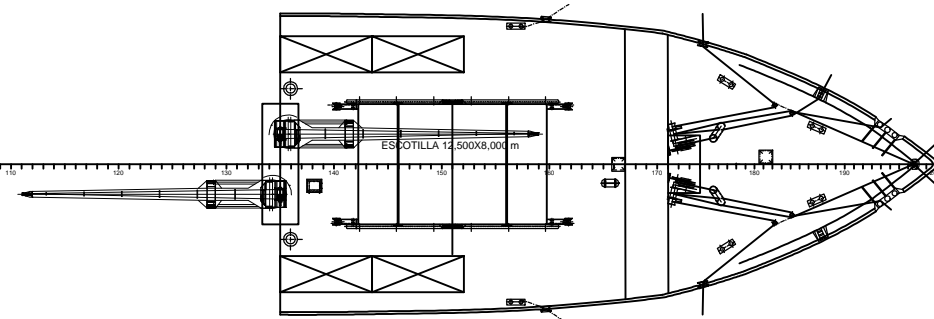
Anexo I – Planos



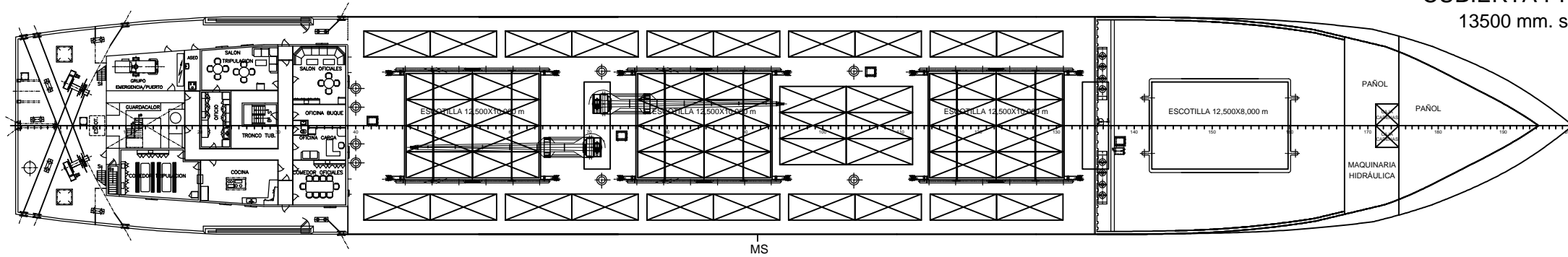
1ª CUBTA. DE SUPERESTR.
16200 mm. sobre LB



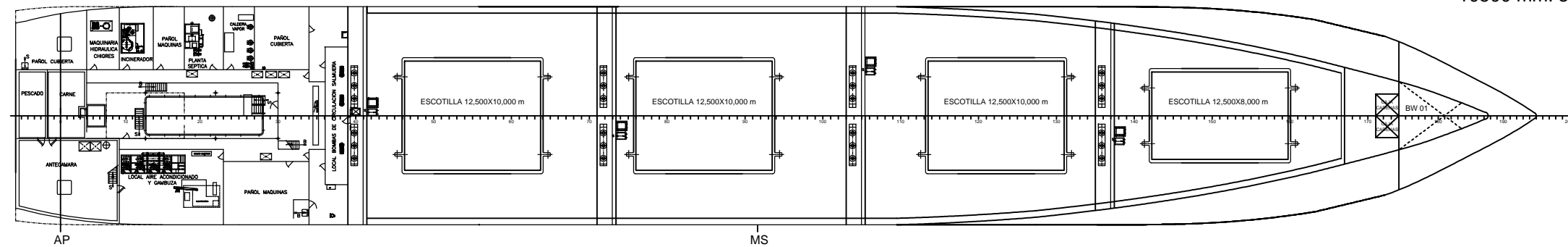
CUBIERTA CASTILLO
16500 mm. sobre LB



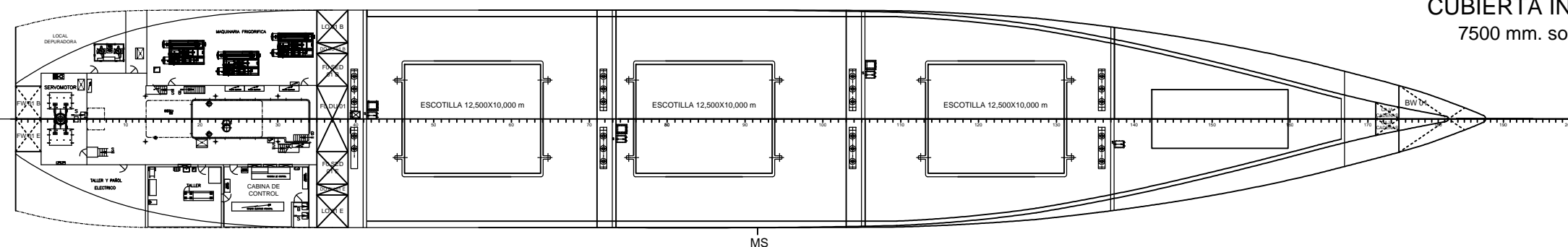
CUBIERTA PRINCIPAL
13500 mm. sobre LB



CUBIERTA INTERMEDIA
10500 mm. sobre LB



CUBIERTA INFERIOR
7500 mm. sobre LB



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

ESLORA TOTAL:	132 m
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES:	128 m
MANGA DE TRAZADO:	20 m
PUNTAL A LA CUBIERTA PRINCIPAL:	13,50 m
CALADO DE DISEÑO:	7,071 m



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

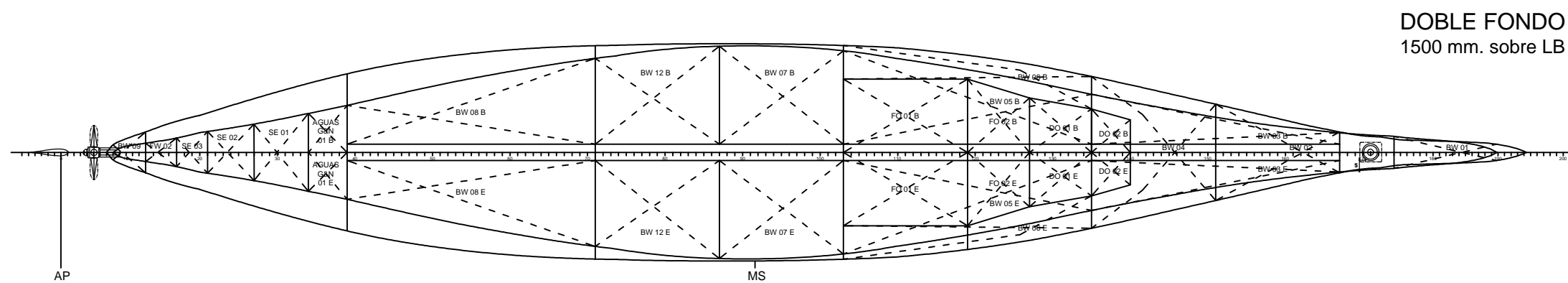
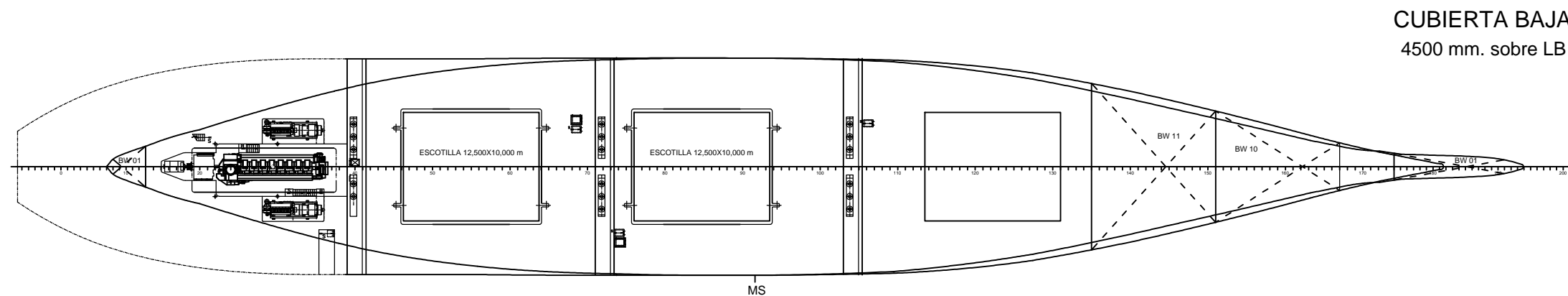
Gabriel Pérez López

DISPOSICIÓN GENERAL

FERROL,
Junio de 2014

ESCALA
1:500

PLANO 01/09



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

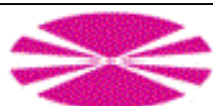
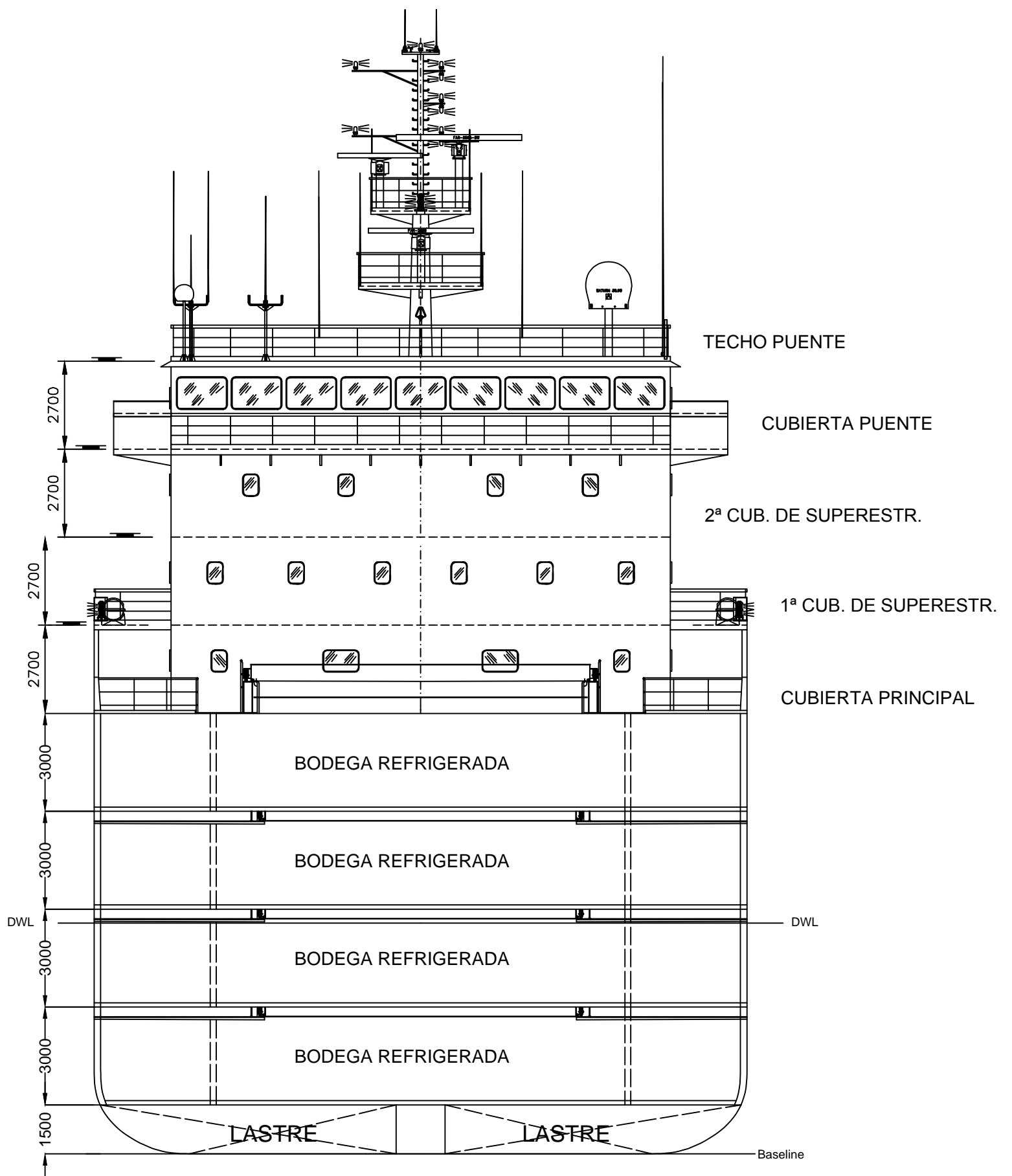
Gabriel Pérez López

DISPOSICIÓN GENERAL

FERROL,
Junio de 2014

ESCALA
1:500

PLANO 02/09



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

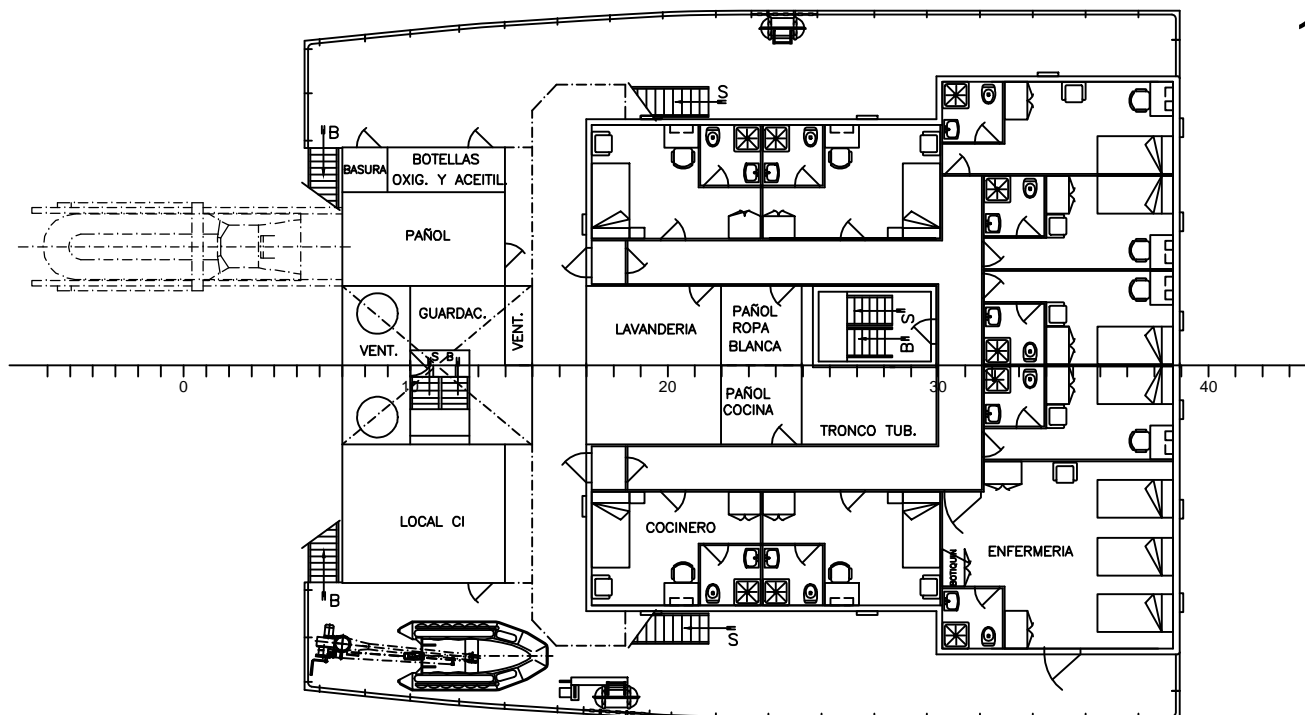
Gabriel Pérez López

SECCIÓN TRANSVERSAL

FERROL,
Junio de 2014

ESCALA
1:150

PLANO 03/09



1ª CUBTA. DE SUPERESTR.

16200 mm. sobre LB



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

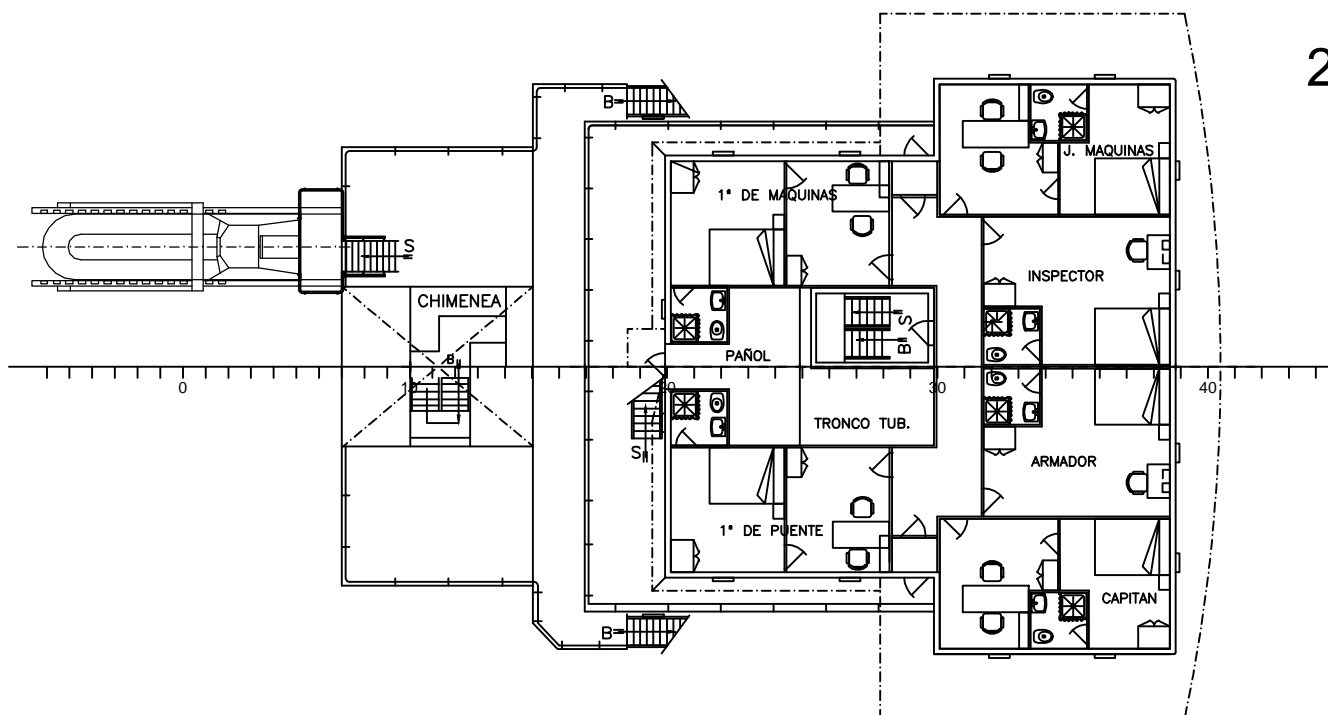
Gabriel Pérez López

1ª CUBIERTA SUPERESTR.

FERROL,
Junio de 2014

ESCALA
1:200

PLANO 04/09



2ª CUBTA. DE SUPERESTR.

18900 mm. sobre LB



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

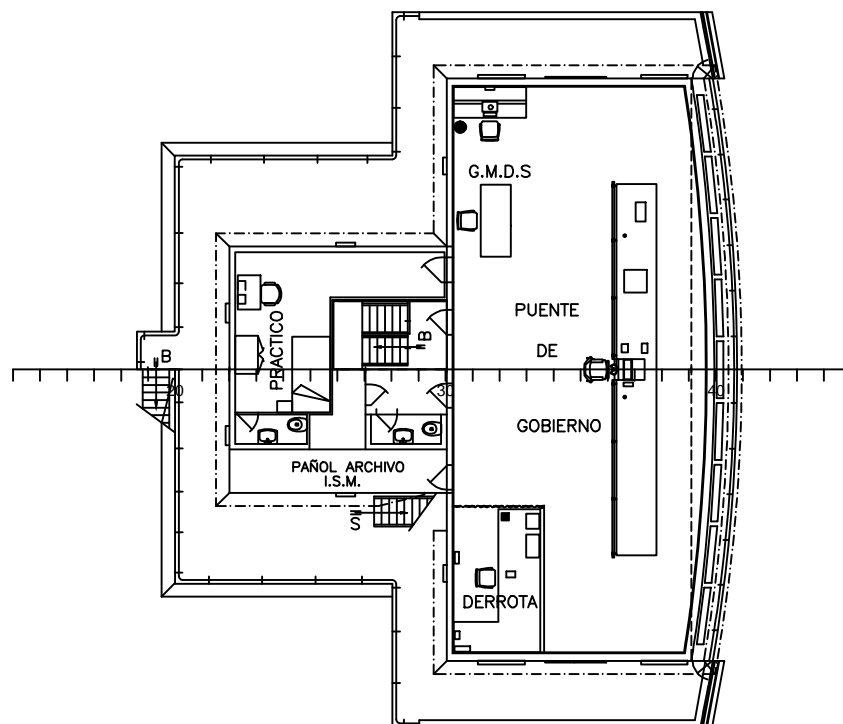
Gabriel Pérez López

2ª CUBIERTA SUPERESTR.

FERROL,
 Junio de 2014

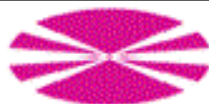
ESCALA
 1:200

PLANO 05/09



CUBTA. PUENTE

21600 mm. sobre LB



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

Gabriel Pérez López

CUBIERTA PUENTE

FERROL,
Junio de 2014

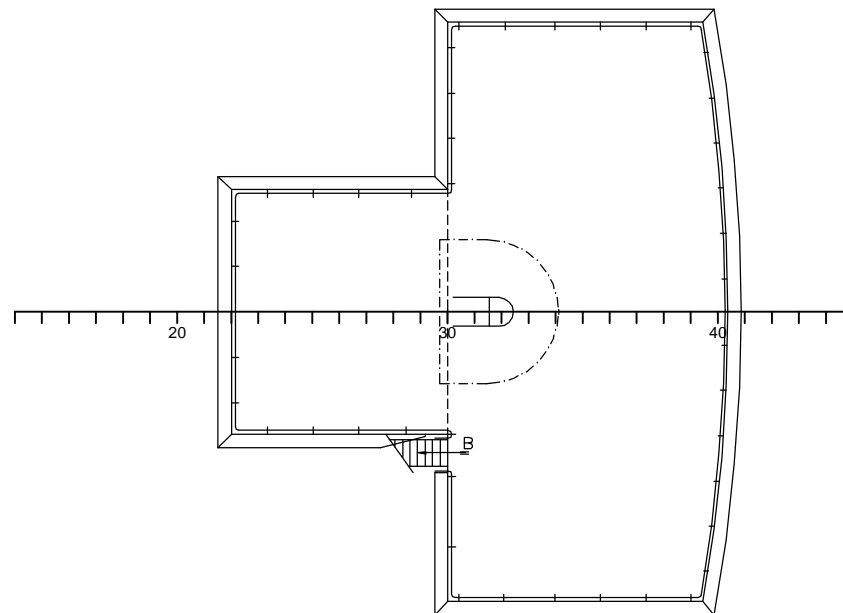
ESCALA

1:200

PLANO 06/09

TECHO PUENTE

24300 mm. sobre LB



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

Gabriel Pérez López

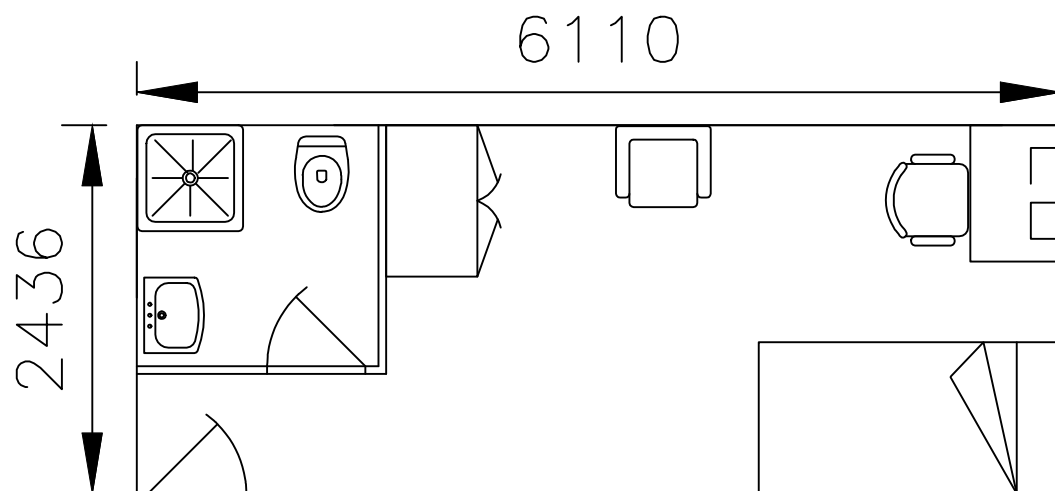
TECHO DEL PUENTE

FERROL,
Junio de 2014

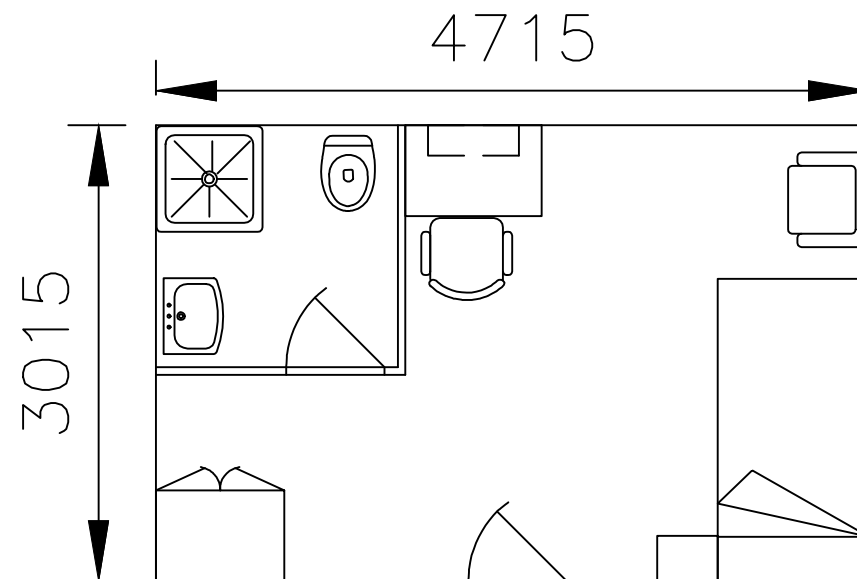
ESCALA

1:200

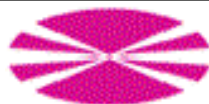
PLANO 07/09



Superficie = 14.88 m²



Superficie = 14.21 m²



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

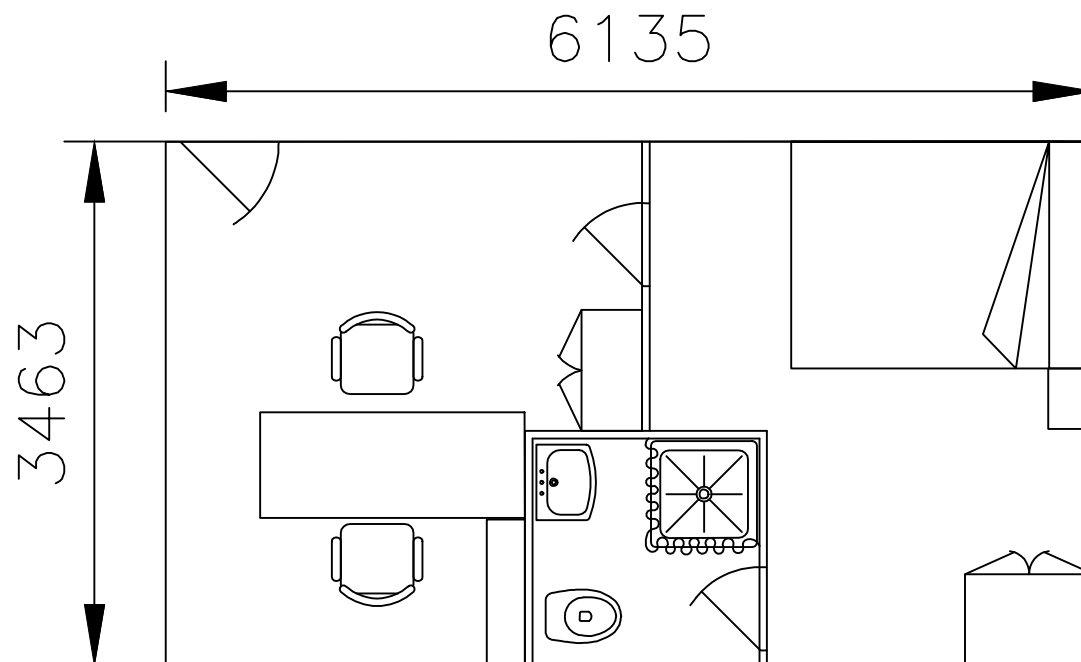
Gabriel Pérez López

CAMAROTES TIPO MARINERÍA

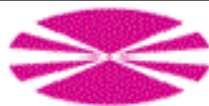
FERROL,
 Junio de 2014

ESCALA
 1:50

PLANO 08/09



Superficie = 21.25 m²



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

Gabriel Pérez López

CAMAROTES TIPO OFICIALES

FERROL,
 Junio de 2014

ESCALA
 1:50

PLANO 09/09

CUADERNO 8

CUADERNA MAESTRA

BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³



Proyecto nº 13-510

Grado en Arquitectura Naval

Gabriel Pérez López



ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

PROYECTO FIN DE GRADO

CURSO 2.013-2.014

PROYECTO NÚMERO 13-510

TIPO DE BUQUE: BUQUE DE CARGA FRIGORÍFICO

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS.
SOLAS. MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Capacidad de carga de 400.000 FT3. Carga Refrigerada y carga congelada 54 TEUS SOBRE CUBIERTA PARA CARGA CONGELADA

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 17 nudos al calado de trazado con el motor al 85 % MCR y 15% de margen de mar. Autonomía 6.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Dos grúas géminis de 8T a 15 metros para pallets y carga refrigerada.

PROPULSIÓN: Motor/es diésel acoplado/s a una/s línea/s de ejes.

TRIPULACIÓN: 12 Personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Hélice en proa.

Ferrol, Septiembre de 2.013

ALUMNO: D. GABRIEL PEREZ LOPEZ

Contenido

1.	Introducción	4
2.	Solicitaciones estructurales.....	5
2.1.	Calado de escantillonado	5
2.2.	Dimensiones típicas de reglamento	5
2.2.1.	Eslora de reglamento "L"	5
2.2.2.	Manga de trazado "B"	6
2.2.3.	Puntal de trazado "D ₁ "	6
2.2.4.	Calado de trazado "T"	6
2.2.5.	Desplazamiento de trazado "Δ"	6
2.2.6.	Coeficiente de bloque "C _B "	6
2.2.7.	Parámetros de ola "C" y "H"	7
2.3.	Aplicabilidad del cálculo	7
2.4.	Momentos flectores	8
2.5.	Fuerzas cortantes	9
2.6.	Momentos y cortantes de las condiciones de carga	11
3.	Cuaderna maestra	14
3.1.	Definición	14
3.2.	Estructura del doble fondo.....	14
3.3.	Estructura de las bodegas	14
3.4.	Estructura de la cubierta	15
4.	Cálculo según el Bureau Veritas	16
4.1.	Panel del fondo: chapa	17
4.1.1.	Espesor mínimo de la chapa.....	17
4.1.2.	Espesor de la chapa del fondo	18
4.2.	Panel del fondo: refuerzo.....	24
4.2.1.	Espesor mínimo del alma	24
4.2.2.	Dimensionamiento de los refuerzos	24
4.2.3.	Refuerzo seleccionado	27
4.2.4.	Comprobaciones de los refuerzos.....	27
4.3.	Panel del doble fondo: chapa.....	28
4.3.1.	Espesor mínimo de la chapa.....	28
4.3.2.	Espesor de la chapa del fondo	29

4.4.	Panel del doble fondo: Refuerzo	32
4.4.1.	Espesor mínimo del alma	32
4.4.2.	Dimensionamiento de los refuerzos	32
4.4.3.	Refuerzo seleccionado	35
4.4.4.	Comprobaciones de los refuerzos.....	35
4.5.	Panel del costado: chapa.....	36
4.5.1.	Espesor mínimo de la chapa.....	36
4.5.2.	Espesor de la chapa de costado	37
4.6.	Panel del costado: refuerzo	42
4.6.1.	Espesor mínimo del alma	42
4.6.2.	Dimensionamiento de los refuerzos	42
4.6.3.	Refuerzo seleccionado	44
4.6.4.	Comprobaciones de los refuerzos.....	44
4.7.	Panel de cubierta: chapa	45
4.7.1.	Espesor mínimo de la chapa.....	45
4.7.2.	Espesor de la chapa de cubierta.....	45
4.8.	Panel de cubierta – refuerzo	50
4.8.1.	Espesor mínimo del alma	50
4.8.2.	Dimensionamiento de los refuerzos	50
4.8.3.	Refuerzo seleccionado	53
4.8.4.	Comprobaciones de los refuerzos.....	53
4.9.	Panel del mamparo: chapa.....	54
4.9.1.	Espesor mínimo de la chapa.....	54
4.9.2.	Espesor de la chapa del mamparo	55
4.10.	Panel del mamparo: refuerzo.....	58
4.10.1.	Espesor mínimo del alma	58
4.10.2.	Dimensionamiento de los refuerzos	58
4.10.3.	Refuerzo seleccionado	60
4.10.4.	Comprobaciones de los refuerzos.....	60
4.11.	Puntal de entrepuente	61
4.11.1.	Espesor mínimo de las chapas del puntal	61
4.11.2.	Módulo seccional neto y área seccional neta a cortante.....	61
4.11.3.	Perfil seleccionado	63
4.11.4.	Comprobaciones de los refuerzos.....	64
4.12.	Refuerzo entre los puntales y las cubiertas	65
4.12.1.	Espesor mínimo del alma	65

4.12.2.	Dimensionamiento de los refuerzos	65
4.12.3.	Presión p_s	66
4.12.4.	Refuerzo seleccionado	67
4.12.5.	Comprobaciones de los refuerzos.....	67
5.	Comprobación del módulo mínimo e inercia de la cuaderna maestra.....	68
5.1.	Módulo mínimo.....	68
5.2.	Inercia mínima.....	69
6.	Bibliografía	70
Anexo I – Normas UNE-EN 10067:1996 y 36524:1994. Tablas de perfiles		71
Anexo II – Cuaderna maestra		77

1. Introducción

El objetivo de este cuaderno es calcular el escantillonado de la cuaderna maestra para el buque en proyecto que tiene las siguientes características principales:

- L_{PP}: 128 m.
- B: 20 m.
- D: 13,5 m.
- T_{Diseño}: 7,071 m.
- C_B: 0,60
- Velocidad: 17 nudos
- Autonomía: 6.000 millas
- Peso en rosca: 6.300 tn.
- Peso muerto de diseño (carga de plátanos): 5.771,488 tn.
- Desplazamiento de diseño: 12.071,488 tn.
- Tripulación: 12 personas
- Volumen de bodegas: 400.000 ft³.
- Grúas: 2 grúas Géminis de 8 tn. a 15 metros.
- Pot. MP: 9.600 kW
- Pot. Aux.: 1.500 kW (PTO) + 2 x 1.000 kW

2. Solicitaciones estructurales

2.1. Calado de escantillonado

El calado de diseño de máxima carga del buque es de 9,015 metros. Para cubrir posibles aumentos y de forma que exista un margen, se decide escantillonar para un calado de 9,5 metros.

2.2. Dimensiones típicas de reglamento

2.2.1. Eslora de reglamento "L"

La eslora de reglamento L, como la define el Bureau Veritas (Cap. 1, Sec. 2, [3.1]), es la distancia, en metros, medida en la flotación de carga de verano, desde la cara proel de la roda hasta el extremo de popa del codaste, o al eje de la mecha del timón donde no haya codaste. L no será menor que el 96% y no excederá el 97% de la eslora máxima en la flotación de carga de verano.

La eslora a una flotación de 9,5 metros es de:

- Eslora en la flotación: 133,416 m.
- Eslora entre perpendiculares = 129,284 m.
- 96% de la eslora en la flotación = 128,079 m.
- 97% de la eslora en la flotación = 129,414 m.
- **Eslora de reglamento L = 129,284 m.**

Como la eslora entre perpendiculares está entre los dos porcentajes, ésta se convierte en la eslora de reglamento.

Las posiciones límite de esta eslora según el BV son:

- El extremo de proa de la eslora de reglamento L es la perpendicular a la flotación de carga de verano en la cara proel de la roda.
- El extremo de popa es la perpendicular a la flotación a una distancia L a popa del extremo de proa.
- La sección central del buque será la que se encuentre en la perpendicular a la flotación a una distancia 0,5L a popa del extremo de proa.

Siguiendo estas indicaciones, los valores para el buque serán los siguientes:

- Posición del extremo de popa = 0 m. (eje de la mecha del timón)
- Posición del extremo de proa = 130,450 m.
- Sección central = 64,642 m.

La cuaderna maestra se toma como la más próxima a esta sección media, que es la situada en la cuaderna 93. (65 metros a proa del extremo de popa). Esta distancia corresponde a un porcentaje de L igual a:

$$\frac{65,000}{129,284} = 0,503 * L = 50,28\% \text{ de } L$$

2.2.2. Manga de trazado “B”

La manga de trazado “B” es la manga máxima de trazado, en metros, medida en el centro del buque bajo la cubierta de intemperie (Cap. 1, Sec. 2, [3.4]).

- **Manga de trazado B = 20,000 m.**

2.2.3. Puntal de trazado “D₁”

El puntal “D₁” es la distancia vertical, en metros, medida desde el canto alto de la quilla hasta el canto alto del bao de la cubierta de francobordo en el costado (Cap. 1, Sec. 2, [3.6]).

- **Puntal de trazado D₁ = 13,500 m.**

2.2.4. Calado de trazado “T”

El calado de trazado “T” es la distancia, en metros, medida verticalmente en la sección transversal central del buque, desde la línea base hasta la flotación de carga de verano (Cap. 1, Sec. 2, [3.7]).

- **Calado de trazado T = 9,500 m.**

2.2.5. Desplazamiento de trazado “Δ”

El desplazamiento de trazado “Δ”, en toneladas, es el desplazamiento del buque al calado de trazado T en agua salada de densidad $\rho = 1,025 \text{ t/m}^3$ (Cap. 1, Sec. 2, [2.1]).

- **Desplazamiento de trazado Δ = 16.232 t.**

2.2.6. Coeficiente de bloque “C_B”

El coeficiente de bloque “C_B” (Cap. 1, Sec. 2, [2.1]) es:

$$C_B = \frac{\Delta}{1,025 * L * B * T}$$

$$C_B = \frac{16.232}{1,025 * 129,284 * 20 * 9,5} = 0,645$$

2.2.7. Parámetros de ola “C” y “H”

Los parámetros de ola “C” y “H” (Cap. 5, Sec. 2), en función de la eslora de reglamento L, son:

$$C = 10,75 - \left(\frac{300 - L}{100} \right)^{1,5}, \text{ para } 90 \text{ m} \leq L \leq 300 \text{ m}$$

$$H = 8,13 - \left(\frac{250 - 0,7L}{125} \right)^3, \text{ sin tomarse mayor que } 8,13$$

Los valores de C y H para este buque son los siguientes:

$$C = 10,75 - \left(\frac{300 - 129,284}{100} \right)^{1,5} = \mathbf{8,519}$$

$$H = 8,13 - \left(\frac{250 - 0,7 * 129,284}{125} \right)^3 = \mathbf{6,052}$$

2.3. Aplicabilidad del cálculo

Los momentos y cortantes según reglamento son aplicables a buques que cumplan lo siguiente (Cap. 5, Sec. 2, [1.1]):

- $L < 500 \text{ m.}$
- $L/B > 5$
- $B/D < 2,5$
- $C_B \geq 0,6$

Este buque cumple con dichas características:

- $L = 130,45 \text{ m.}$
- $L/B = 130,45/20 = 6,523$
- $B/D = 20/13,5 = 1,481$
- $C_B = 0,639$

El convenio de signos usado por el reglamento es el mismo que se usó para obtener las curvas de cortantes y momentos en el Cuaderno 5 (Figura 1).

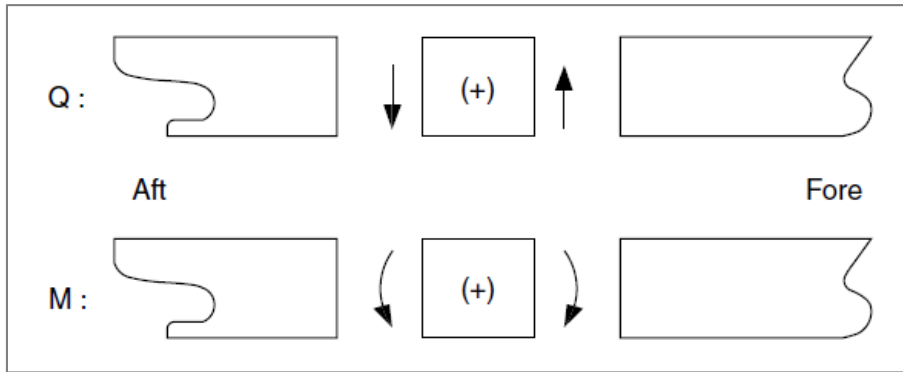


Figura 1. Convenio de signos para fuerzas cortantes Q y momentos flectores M.

2.4. Momentos flectores

Los momentos de aguas tranquilas (Cap. 5, Sec. 2, [2.2]) son:

- Condición de quebranto (hogging)

$$M_{SWM,H} = 175n_1CL^2B(C_B + 0,7)10^{-3} - M_{WV,H} \quad [kN.m]$$

- Condición de arrufo (sagging)

$$M_{SWM,S} = 175n_1CL^2B(C_B + 0,7)10^{-3} + M_{WV,S} \quad [kN.m]$$

Donde los momentos por olas (Cap. 5, Sec. 2, [3.1]) son:

- Condición de quebranto (hogging)

$$M_{WV,H} = 190F_MnCL^2BC_B10^{-3} \quad [kN.m]$$

- Condición de arrufo (sagging)

$$M_{WV,S} = -110F_MnCL^2B(C_B + 0,7)10^{-3} \quad [kN.m]$$

Siendo F_M un factor de distribución tabulado:

Hull transverse section location	Distribution factor F_M
$0 \leq x < 0,4 L$	$2,5 \frac{x}{L}$
$0,4 L \leq x \leq 0,65 L$	1
$0,65 L < x \leq L$	$2,86 \left(1 - \frac{x}{L}\right)$

Además, n y n_1 son coeficientes de navegación del buque. Como este buque está proyectado para navegar por mar abierto, ambos coeficientes toman un valor igual a 1.

Para la sección media ($F_M = 1$), los incrementos de momentos por olas son los siguientes:

$$M_{WV,H} = 190 * 1 * 1 * 8,519 * 129,284^2 * 20 * 0,645 * 10^{-3} = 348.846,738 \text{ kN.m}$$

$$M_{WV,S} = -110 * 1 * 1 * 8,519 * 129,284^2 * 20 * (0,645 + 0,7) * 10^{-3} \\ = -421.255,505 \text{ kN.m}$$

Los momentos en aguas tranquilas resultan:

$$M_{SWM,H} = 175 * 1 * 8,519 * 129,284^2 * 20 * (0,645 + 0,7) * 10^{-3} - 348.846,738 \\ = 321.332,474 \text{ kN.m}$$

$$M_{SWM,S} = 175 * 1 * 8,519 * 129,284^2 * 20 * (0,645 + 0,7) * 10^{-3} \\ + (-421.255,505) = 248.923,707 \text{ kN.m}$$

2.5.Fuerzas cortantes

El BV no establece unos valores de cortantes en aguas tranquilas, siendo los máximos de las condiciones de carga los valores a usar (Cap. 5, Sec. 2, [2.3]). Estos máximos se incrementarán un 10% aproximadamente para obtener un margen en las cortantes.

Los incrementos de cortante por olas se definen en el BV (Cap. 5, Sec. 2, [3.4]) como:

$$Q_{WV} = 30F_Q nCLB(C_B + 0,7)10^{-2} \text{ [kN]}$$

Donde F_Q es un factor de distribución tabulado para fuerzas cortantes positivas y negativas:

Hull transverse section location	Distribution factor F_Q	
	Positive wave shear force	Negative wave shear force
$0 \leq x < 0,2 L$	$4,6A \frac{x}{L}$	$-4,6 \frac{x}{L}$
$0,2 L \leq x \leq 0,3 L$	$0,92 A$	$-0,92$
$0,3 L < x < 0,4 L$	$(9,2A - 7)\left(0,4 - \frac{x}{L}\right) + 0,7$	$-2,2\left(0,4 - \frac{x}{L}\right) - 0,7$
$0,4 L \leq x \leq 0,6 L$	$0,7$	$-0,7$
$0,6 L < x < 0,7 L$	$3\left(\frac{x}{L} - 0,6\right) + 0,7$	$-(10A - 7)\left(\frac{x}{L} - 0,6\right) - 0,7$
$0,7 L \leq x \leq 0,85 L$	1	$-A$
$0,85 L < x \leq L$	$6,67\left(1 - \frac{x}{L}\right)$	$-6,67A\left(1 - \frac{x}{L}\right)$
Note 1: $A = \frac{190C_B}{110(C_B + 0,7)}$		

El valor máximo de este factor de distribución es igual a 1. Por lo tanto, los valores máximos de los incrementos de cortante por olas serán:

$$Q_{WV}(+) = 30 * 1 * 1 * 8,519 * 129,284 * 20 * (0,645 + 0,7) * 10^{-2} \\ = 8.886,472 \text{ kN}$$

$$Q_{wv} (-) = -30 * 1 * 1 * 8,519 * 129,284 * 20 * (0,645 + 0,7) * 10^{-2} \\ = -8.886,472 \text{ kN}$$

Siendo su distribución la siguiente:

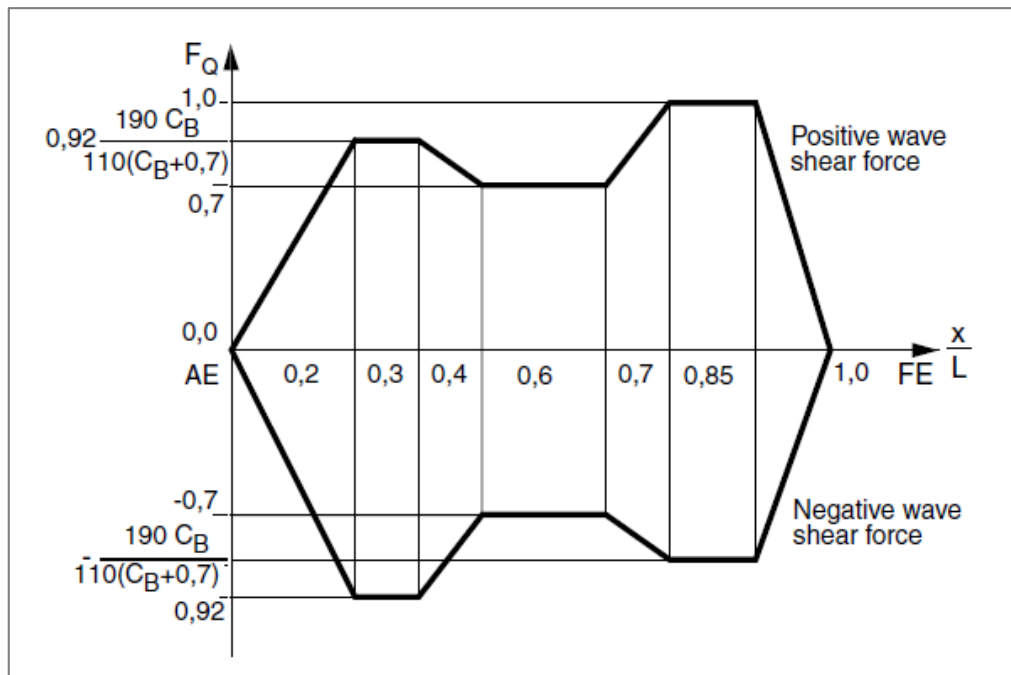


Figura 2. Factor de distribución F_Q .

En resumen, los valores mínimos de diseño según el BV son los siguientes:

Momentos flectores [kN.m]	Aguas tranquilas	Olas
Situación de quebranto	328.282,084	352.935,507
Situación de arrufo	253.023,677	-428.193,915

Fuerzas cortantes [kN]	Positivas	Negativas
Cortante aguas tranquilas	---	---
Cortante por olas	8.952,101	-8.952,101

2.6. Momentos y cortantes de las condiciones de carga

De las condiciones de carga analizadas en el Cuaderno 5 se obtienen los siguientes valores máximos:

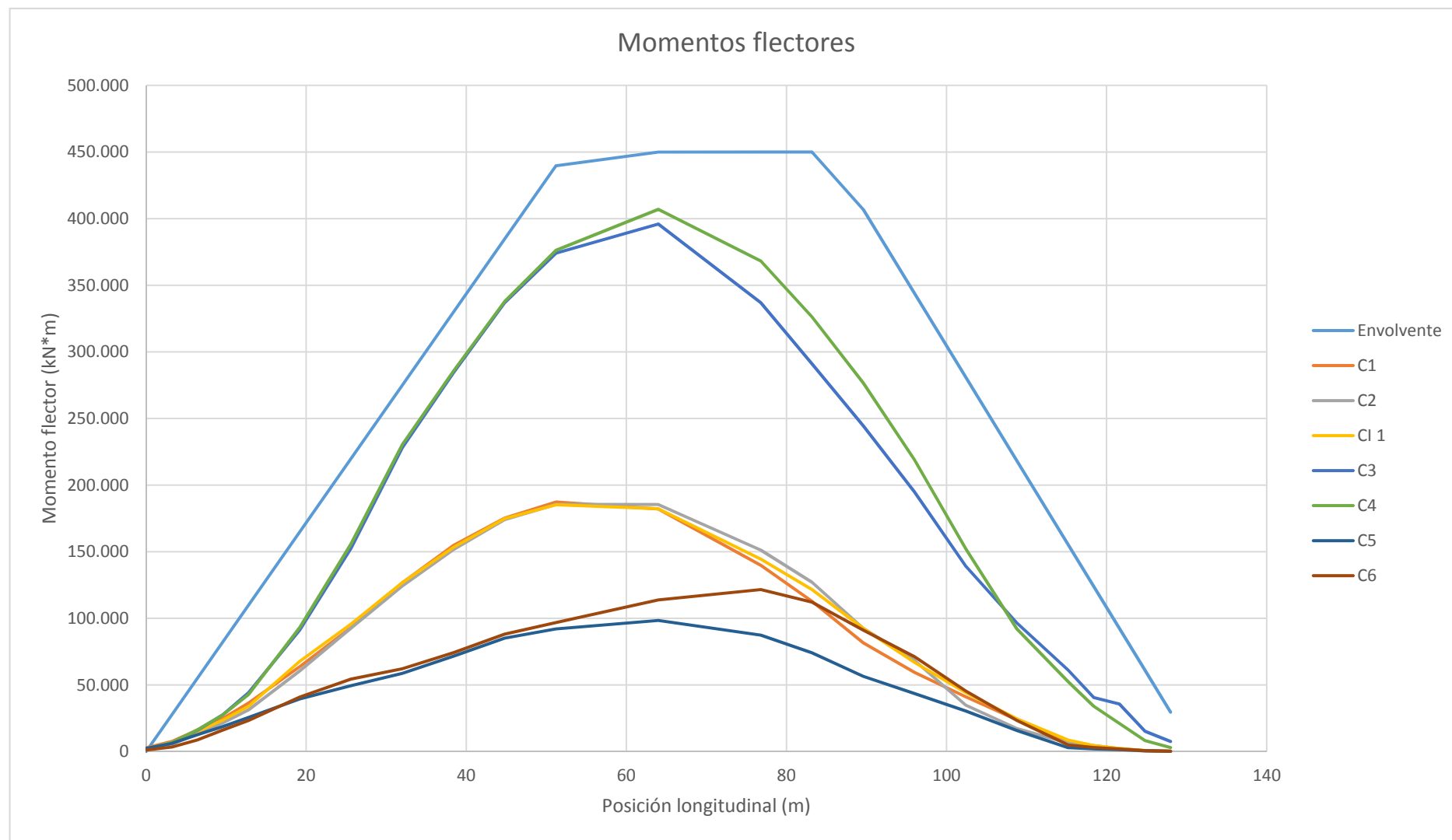
Condición de carga	Máximo momento flector (kN*m)	Máxima fuerza cortante (kN)
Salida plena carga plátanos	187.285,731	5.028,047
Llegada plena carga plátanos	185.482,771	5.332,127
Navegación plátanos	185.227,996	5.362,793
Salida lastre	395.937,182	11.157,374
Llegada lastre	407.000,429	11.065,945
Salida plena carga carne	98.382,381	2.555,083
Llegada plena carga carne	121.554,700	3.983,596

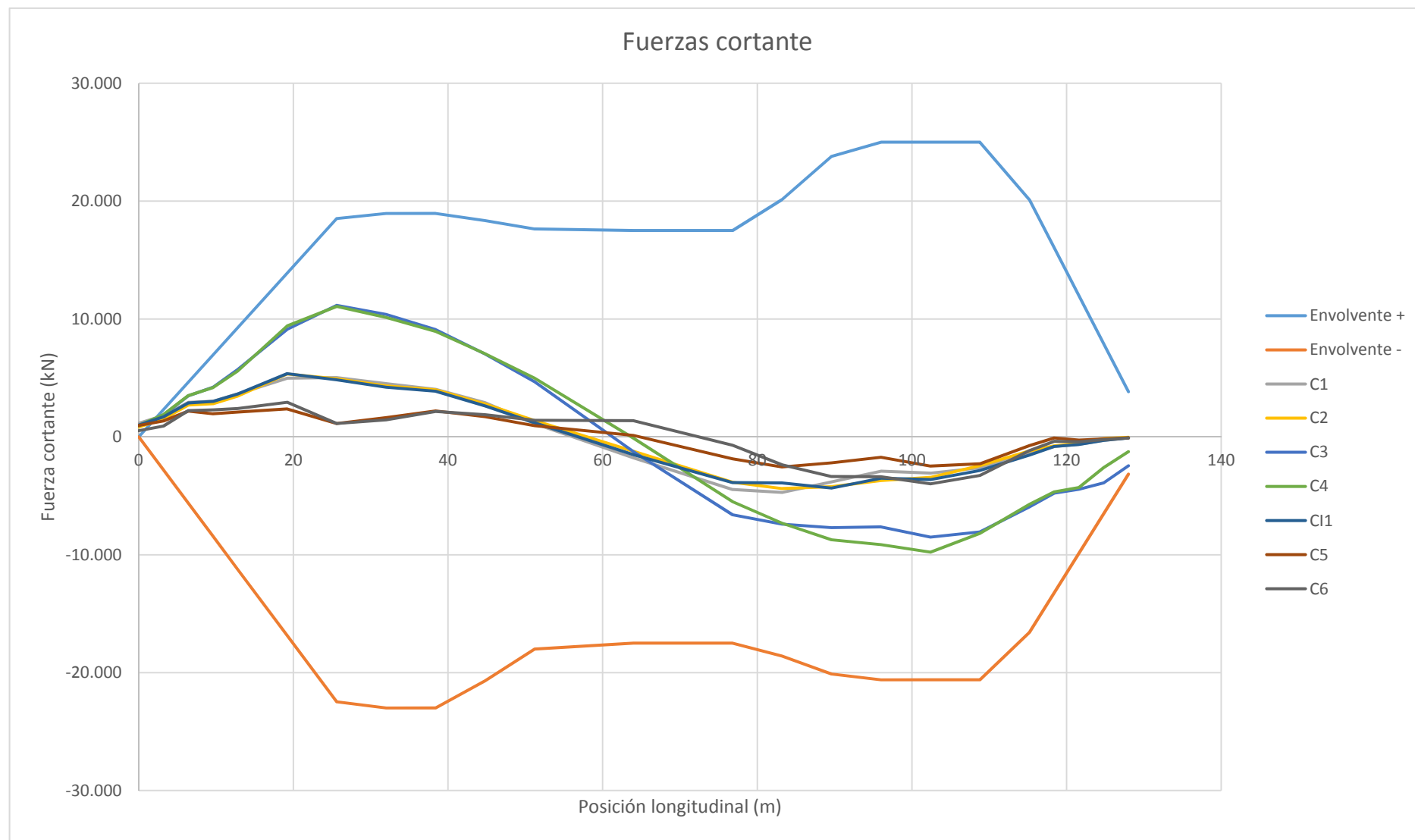
Como se puede observar, los valores de diseño que proporcionaron las fórmulas del BV deben ser aumentados. Aquí comienza un proceso iterativo que consiste en ir aumentando los valores máximos de aguas tranquilas hasta que toda la curva de momentos y cortantes de la condición de carga esté por debajo de la envolvente distribuida como se indicó anteriormente. Una vez conseguido que todas las condiciones de carga estén dentro de los máximos, las envolventes se aumentarán con un margen de seguridad.

Los valores de aguas tranquilas cuya envolvente, distribuida como indica el BV, engloban con margen suficiente todas las condiciones de carga son:

	Aguas tranquilas	Olas
Momento quebranto (kN*m)	450.000,000	348.846,738
Momento arrufo (kN*m)	298.708,449	-421.255,505
	Positivo	Negativo
Cortante aguas tranquilas (kN)	25.000,000	-25.000,000
Cortante olas (kN)	8.886,472	-8.886,472

En las páginas siguientes se presentan unos gráficos donde se puede ver que los momentos y las fuerzas correspondientes a las condiciones de carga son menores que las envolventes distribuidas.





3. Cuaderna maestra

3.1. Definición

La cuaderna maestra es la cuaderna más representativa del buque, donde se establece la estructura de la zona media del buque. La estructura en buques frigoríficos es de tipo mixto: longitudinal en el doble fondo y en la cubierta superior y transversal en la zona de bodegas.

3.2. Estructura del doble fondo

La estructura del doble fondo estará compuesta por perfiles longitudinales tipo llanta de bulbo separados entre sí una distancia de 700 mm y por un túnel central destinado al paso de tuberías, compuesto por dos vagras a 750 mm de crujía que se extienden a lo largo de la eslora. Se dispone de otras cuatro vagras laterales como refuerzos primarios del doble fondo, donde dos de ellas sirven de apoyo a los puntales sobre los que apoyan las cubiertas de entrepuente. La separación entre estas vagras es de 2.800 mm.

El reforzado transversal del doble fondo se compone también de varengas, separadas entre sí una distancia igual a 4 claras de cuaderna (2.860 mm).

3.3. Estructura de las bodegas

La estructura de las bodegas en el costado es transversal, con un refuerzo tipo llanta de bulbo en cada cuaderna que va soportado por las cubiertas. La separación entre refuerzos es de 715 mm. Estas bodegas están divididas transversalmente por mamparos estancos. Las diferentes cubiertas contribuyen a la resistencia longitudinal.

El grado del acero en las bodegas refrigeradas según el BV (Cap. 4, Sec. 1, [2.6]) será:

Design temperature, in °C	Gross thickness, in mm	Structural member category	
		Secondary	Primary or Special
$-10 \leq t_D < 0$	$t \leq 20$	B / AH	B / AH
	$20 < t \leq 25$	B / AH	D / DH
	$t > 25$	D / DH	E / EH
$-25 \leq t_D < -10$	$t \leq 15$	B / AH	D / DH
	$15 < t \leq 25$	D / DH	E / EH
	$t > 25$	E / EH	E / EH
$-40 \leq t_D < -25$	$t \leq 25$	D / DH	E / EH
	$t > 25$	E / EH	E / EH

Como la temperatura de diseño es de -25°C y el espesor no es superior a 15 mm, se usará acero de grado B para refuerzos secundarios y acero de grado D para refuerzos primarios.

3.4. Estructura de la cubierta

La estructura de la cubierta de francobordo es de tipo longitudinal con refuerzos planos. Se disponen refuerzos primarios transversales cada cuatro claras de cuadernas (2.860 mm).

El grado del acero de la cubierta, al igual que el del costado, será de grado B para refuerzos secundarios y acero de grado D para refuerzos primarios.

4. Cálculo según el Bureau Veritas

Se realizará el cálculo de planchas y refuerzos para las siguientes zonas:

- Fondo
- Doble fondo
- Costado
- Cubierta de francobordo
- Mamparo transversal estanco
- Puntal de bodega (cálculo individual)

El cálculo que se muestra a continuación es una primera aproximación al escantillonado de la estructura, puesto que sólo se calcula un panel reforzado en cada zona del buque en lugar de calcular todos. Además, sólo se considera una de las múltiples situaciones de carga que contempla el reglamento. Todo lo realizado para la cuaderna maestra se debe repetir para todas las secciones del buque con el fin de obtener el escantillonado del mismo. Este escantillonado de todo el buque queda fuera del alcance de este trabajo de fin de grado, donde se pretende cumplir un objetivo académico.

4.1. Panel del fondo: chapa

El acero a usar será acero de resistencia normal (235 N/mm²). El factor k para este acero es igual a 1 (Cap. 4, Sec. 1, [2.3]).

R _{eH} , in N/mm ²	k
235	1,00
315	0,78
355	0,72
390	0,68

4.1.1. Espesor mínimo de la chapa

El espesor mínimo (Cap. 7, Sec. 1, [2.2]) será:

$$t_{\text{mínimo}} (\text{estructura longitudinal fondo}) = 1,9 + 0,032Lk^{1/2} + 4,5s \quad [\text{mm}]$$

$$t_{\text{mínimo}} = 1,9 + 0,032 * 129,284 * 1^{1/2} + 4,5 * 0,700 = 9,187 \text{ mm}$$

A este espesor mínimo hay que añadirle el espesor por corrosión (Cap. 4, Sec. 2, [3.1]):

Compartment type		General (1)	Special cases
Ballast tank (2)		1,00	1,25 in upper zone (6)
Cargo oil tank and fuel oil tank (3)	Plating of horizontal surfaces	0,75	1,00 in upper zone (6)
	Plating of non-horizontal surfaces	0,50	1,00 in upper zone (6)
	Ordinary stiffeners and primary supporting members	0,75	1,00 in upper zone (6)
Independant tank of ships with service notation liquefied gas carrier (4)		0,00	
Cofferdam in cargo area of ships with the service notation liquefied gas carrier		1,00	
Dry bulk cargo hold (5)	General	1,00	
	Inner bottom plating	1,75	
	Side plating for single hull ship		
	Inner side plating for double hull ship		
	Sloping stool plate of hopper tanks and lower stool		
	Transverse bulkhead plating		
Frames, ordinary stiffeners and primary supporting members		1,00	1,50 in lower zone (7)
Compartment located between independant tank and inner side of ships with the additional service feature asphalt carrier		1,00	
Hopper well of dredging ships		2,00	
Accommodation space		0,00	
Compartments other than those mentioned above		0,50	
Outside sea and air			

Al tratarse del panel del fondo, los compartimentos adyacentes son tanques de lastre. El espesor tabulado por corrosión para tanques de lastre es de 1 mm.

Por lo tanto, **el espesor mínimo requerido es de 11 mm.**

4.1.2. Espesor de la chapa del fondo

Para la zona del fondo se consideran las presiones del tanque de lastre y la hidrostática, incluidas las aceleraciones. Se realizará el cálculo con la peor combinación posible de estos fenómenos. La fórmula a aplicar para la chapa (Cap. 7, Sec. 1, [3.3]) será:

$$t = 14,9 c_a c_r S \sqrt{\gamma_R \gamma_m \frac{\gamma_{S2} p_S + \gamma_{W2} p_W}{\lambda_L R_y}} \quad [mm]$$

Donde:

$$\lambda_L (fondo) = \sqrt{1 - 0,95 \left(\gamma_m \frac{\sigma_{x1}}{R_y} \right)^2} - 0,225 \gamma_m \frac{\sigma_{x1}}{R_y}$$

- c_a = relación de aspecto de la plancha:

$$c_a = 1,21 \sqrt{1 + 0,33 \left(\frac{S}{l} \right)^2} - 0,69 \frac{S}{l} \quad (\text{no será tomado mayor que } 1)$$

$$c_a = 1,21 \sqrt{1 + 0,33 \left(\frac{0,700}{2,800} \right)^2} - 0,69 \frac{0,700}{2,800} = 1,050 > 1 \rightarrow c_a = 1$$

- c_r = coeficiente de curvatura del panel

$$c_r = 1 - 0,5 \frac{S}{r} \quad (\text{no será tomado menor que } 0,5)$$

Se tomará igual a 1 dado que es un panel plano.

4.1.2.1. Presión p_S

La presión por aguas tranquilas p_S (Cap. 5, Sec. 5) está compuesta por:

- La presión provocada por el mar en calma (Cap 5, Sec. 5, [1.1])
- La presión provocada internamente por los diferentes tipos de cargas y por el lastre (Cap. 5, Sec. 6, [1.1])

La presión en aguas tranquilas viene indicada en la tabla siguiente:

Location	Still water pressure p_S , in kN/m ²
Points at and below the waterline ($z \leq T_1$)	$\rho g (T_1 - z)$
Points above the waterline ($z > T_1$)	0

Siguiendo lo indicado en la tabla, la presión por el agua de mar es:

$$p_s(\text{mar}) = \rho g(T - z) = 1,025 * 9,81 * (9,5 - 0) = \mathbf{95,525 \text{ kN/m}^2}$$

Para calcular la presión interna del tanque se emplea la siguiente tabla:

Still water pressure p_s , in kN/m^2
The greater of the values obtained from the following formulae: $\rho_L g (z_L - z)$ $\rho_L g (z_{\text{TOP}} - z) + 100 p_{\text{PV}}$ to be taken not less than: $\rho_L g \left(\frac{0,8 L_1}{420 - L_1} \right)$

Utilizando la primera de las fórmulas indicadas:

$$p_s(\text{tanque}) = \rho_L g(z_L - z)$$

Tomando ρ_L igual a 1,025 t/m³ por tratarse de tanques de lastre y z_L como la altura de líquido desde el rebose del tanque (cubierta de francobordo a 13,50 m sobre LB) hasta el fondo.

$$p_s(\text{tanque}) = 1,025 * 9,81 * (13,50 - 0) = 135,746 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

El cálculo con la segunda fórmula propuesta no se presenta dado que la altura z_{TOP} es mucho menor que la z_L (cubierta de francobordo frente a techo del tanque: 13,5 >> 1,5 metros) de la fórmula anterior y además el tanque de lastre no presenta válvula de seguridad, por lo que el segundo sumando de la ecuación sería cero, resultando una presión claramente menor que la ya calculada. Sin embargo, esta presión no debe tomarse menor que:

$$\rho_L g \left(\frac{0,8 L_1}{420 - L_1} \right) = 1,025 * 9,81 * \left(\frac{0,8 * 129,284}{420 - 129,284} \right) = 3,577 \text{ kN/m}^2$$

Por lo tanto, **la presión interna será igual a 135,746 kN/m².**

4.1.2.2. Presión p_w

Para el cálculo de la presión por olas se utiliza la fórmula siguiente:

$$p_w = \rho g h_1 e^{\frac{-2\pi(T-z)}{L}}$$

Siendo h_1 un valor de referencia del movimiento relativo en la condición vertical del buque, cuyo valor se obtiene de la siguiente tabla:

Location	Reference value of the relative motion h_1 in the upright ship condition, in m
$x = 0$	$0,7 \left(\frac{4,35}{\sqrt{C_B}} - 3,25 \right) h_{1,M}$ if $C_B < 0,875$ $h_{1,M}$ if $C_B \geq 0,875$
$0 < x < 0,3 L$	$h_{1,AE} - \frac{h_{1,AE} - h_{1,M}x}{0,3 L}$
$0,3 L \leq x \leq 0,7 L$	$0,42 n C (C_B + 0,7)$ without being taken greater than the minimum of T_1 and $D - 0,9 T$
$0,7 L < x < L$	$h_{1,M} + \frac{h_{1,FE} - h_{1,M}}{0,3} \left(\frac{x}{L} - 0,7 \right)$
$x = L$	$\left(\frac{4,35}{\sqrt{C_B}} - 3,25 \right) h_{1,M}$

Para la sección central del buque, el valor de h_1 es:

$$h_1 = 0,42nC(C_B + 0,7) = 0,42 * 1 * 8,519 * (0,645 + 0,7) = \mathbf{4,812\ m}$$

Este valor no ha de ser mayor que el mínimo entre:

- $T_1 = 9,5\ m$
- $D - 0,9 * T = 4,950\ m$

Como el h_1 calculado es el menor de los tres valores, será el que se utilice.

Finalmente, la presión p_w resulta:

$$p_w = 1,025 * 9,81 * 4,812 * e^{\frac{-2\pi(9,5-0)}{129,284}} = \mathbf{30,490\ kN/m^2}$$

Para continuar con el cálculo de λ_L , es necesario conocer el valor del factor de seguridad γ_m , que se obtiene de la tabla siguiente (Cap. 7, Sec. 1, [1.2]):

Partial safety factors covering uncertainties regarding:	Symbol	Strength check of plating subjected to lateral pressure					Buckling check
		General	Sloshing pressure	Impact pressure	Flooding pressure (1)	Testing check	
		see [3.2], [3.3.1], [3.4.1], [3.5.1] and [4]			see [3.3.2], [3.4.2] and [3.5.2]	see [3.3.3], [3.4.3] [3.5.3]	
Still water hull girder loads	γ_{S1}	1,00	0	0	1,00	N.A.	1,00
Wave hull girder loads	γ_{W1}	1,15	0	0	1,15	N.A.	1,15
Still water pressure	γ_{S2}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	N.A.
Wave pressure	γ_{W2}	1,20	1,05	1,20	1,20	N.A.	N.A.
Material	γ_m	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Resistance	γ_R	1,20	1,10	1,02	1,05 (2)	1,05	1,10
(1) Applies only to plating to be checked in flooding conditions							
(2) For plating of the collision bulkhead, $\gamma_R = 1,25$							
Note 1: N.A. = not applicable							

σ_{X1} es la tensión, definida para planchas que contribuyan a la resistencia longitudinal del buque (Cap. 7, Sec. 1, [3.2]) como:

$$\sigma_{X1} = \gamma_{S1}\sigma_{S1} + \gamma_{W1}(C_{FV}\sigma_{WV1} + C_{FH}\sigma_{WH1} + C_{F\Omega}\sigma_{\Omega})$$

Donde los factores “C” son los siguientes:

Load case	C_{FV}	C_{FH}	$C_{F\Omega}$
“a”	1,0	0	0

Y las tensiones están indicadas en la tabla siguiente:

Condition	σ_{S1} , in N/mm ² (1)	σ_{WV1} , in N/mm ²	σ_{WH1} , in N/mm ²
$\frac{ \gamma_{S1}M_{SW,S} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}F_D M_{WV,S} }{\gamma_{S1}M_{SW,H} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}M_{WV,H}} \geq 1$	$\left \frac{M_{SW,S}}{I_Y}(z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625F_D M_{WV,S}}{I_Y}(z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625M_{WH}}{I_Z}y \right 10^{-3}$
$\frac{ \gamma_{S1}M_{SW,S} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}F_D M_{WV,S} }{\gamma_{S1}M_{SW,H} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}M_{WV,H}} < 1$	$\left \frac{M_{SW,H}}{I_Y}(z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625M_{WV,H}}{I_Y}(z - N) \right 10^{-3}$	
(1) When the ship in still water is always in hogging condition, $M_{SW,S}$ is to be taken equal to 0.			
Note 1: F_D : Coefficient defined in Ch 5, Sec 2, [4].			

El coeficiente F_D (Cap. 5, Sec. 2, [4.2]) se obtiene de la tabla:

Hull transverse section location	Coefficient F_D
$0 \leq x < 0,4 L$	1
$0,4 L \leq x < 0,5 L$	$1 + 10(C_D - 1)\left(\frac{x}{L} - 0,4\right)$
$0,5 L \leq x \leq L$	C_D
Note 1: $C_D = 262,5 \frac{A_S}{CLB(C_B + 0,7)} - 0,6$ with $1,0 \leq C_D \leq 1,2$ A_S : Area, in m ² , defined in [4.1.1].	

La sección maestra está a $0,503L$ y le corresponde la ecuación:

$$F_D = C_D$$

Donde:

$$C_D = 262,5 \frac{A_S}{CLB(C_B + 0,7)} - 0,6$$

Y a su vez, A_S es el área correspondiente, en m², a la Figura 3:

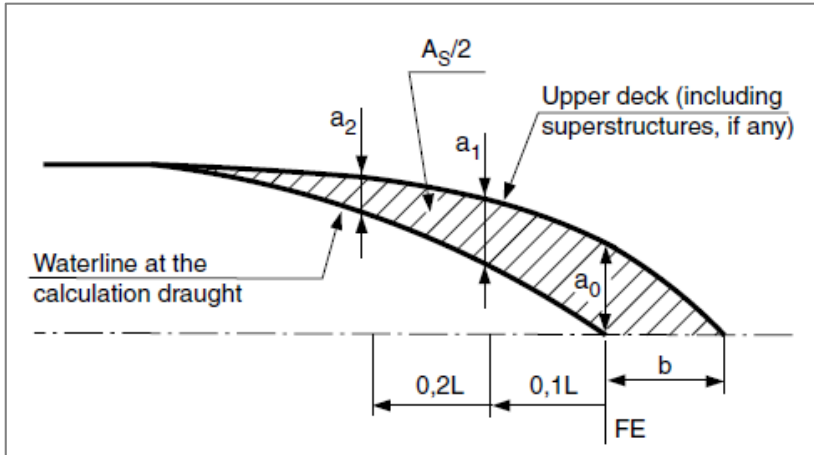


Figura 3. Área A_S .

Cuyo valor se calcula con la fórmula:

$$A_S = ba_0 + 0,1L(a_0 + 2a_1 + a_2)$$

La condición resultante tras realizar todos los cálculos anteriores tiene un valor igual a $0,945 < 1$.

En este punto es necesario conocer la posición del eje neutro y la inercia de la sección para dimensionar la chapa, y estas características dependen a su vez del espesor de la chapa. Esto hace que el dimensionamiento sea un proceso iterativo. Para resolver el problema se programa una hoja de Excel que agilice el proceso iterativo con todos los parámetros que se expusieron anteriormente. Los resultados del espesor que se muestran a continuación se corresponden con la inercia y la posición del eje neutro de la cuaderna maestra final que cumple:

z (posición) [m]	0,000
σ_{S1} [N/mm ²]	50,227
σ_{WV1} [N/mm ²]	24,336
σ_{X1} [N/mm ²]	78,213
s [m]	0,700
l [m]	2,800
R_Y [N/mm ²]	235
C_a	1
C_r	1
λ_L	0,867
P_S (mar) [kN/m ²]	95,525
P_S (tanque) [kN/m ²]	135,746
P_W [kN/m ²]	30,490
t mínimo [mm]	9,187
t corrosión [mm]	1,000
t calculado [mm]	10,611
t final [mm]	12,000

4.2. Panel del fondo: refuerzo

El acero a usar será acero de resistencia normal (235 N/mm²), con un factor $k = 1$ (Cap. 4, Sec. 1, [2.3]).

R_{eH} , in N/mm ²	k
235	1,00
315	0,78
355	0,72
390	0,68

4.2.1. Espesor mínimo del alma

El espesor mínimo del alma (Cap. 7, Sec. 2, [2.2]) será:

$$t_{\text{mínimo}} = 1,6 + 2.2k^{1/2} + s \text{ [mm]} \text{ (para } L \geq 120 \text{ m)}$$

$$t_{\text{mínimo}} = 1,6 + 2.2 * 1^{1/2} + 0,7 = 4,5 \text{ mm}$$

El espesor neto de la chapa asociada, según se calculó anteriormente, es de:

$$12 - 1 \text{ (corrosión)} = 11 \text{ mm}$$

Entonces, el **espesor mínimo del alma**, que es el mayor de los dos valores, será de **11 mm**.

4.2.2. Dimensionamiento de los refuerzos

Los refuerzos de los paneles del fondo se dimensionan acorde con (Cap. 7, Sec. 2, [3.7]):

$$\text{Módulo seccional neto} = w = \gamma_R \gamma_m \beta_b \frac{\gamma_{S2} p_S + \gamma_{W2} p_W}{12(R_y - \gamma_R \gamma_m \sigma_{X1})} \left(1 - \frac{s}{2l}\right) s l^2 10^3 \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$\begin{aligned} \text{Área seccional neta a cortante} &= A_{Sh} \\ &= 10 \gamma_R \gamma_m \beta_s \frac{\gamma_{S2} p_S + \gamma_{W2} p_W}{R_y} \left(1 - \frac{s}{2l}\right) s l \text{ [cm}^2\text{]} \end{aligned}$$

Donde los factores de seguridad para los refuerzos (Cap. 7, Sec. 2, [1.2]) son:

Partial safety factors covering uncertainties regarding:	Symbol	Yielding check					Buckling check	Ultimate strength check
		General	Sloshing pressure	Impact pressure	Flooding pressure (1)	Testing check		
		(see [3.3] to [3.7])			(see [3.8])	(see [3.9])		
Still water hull girder loads	γ_{S1}	1,00	0	0	1,00	N.A.	1,00	1,00
Wave hull girder loads	γ_{W1}	1,15	0	0	1,15	N.A.	1,15	1,30
Still water pressure	γ_{S2}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	N.A.	1,00
Wave pressure	γ_{W2}	1,20	1,10	1,00	1,05	N.A.	N.A.	1,40
Material	γ_m	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Resistance	γ_R	1,02	1,02	1,02	1,02 (2)	1,20	1,10	1,02
(1) Applies only to ordinary stiffeners to be checked in flooding conditions.								
(2) For ordinary stiffeners of the collision bulkhead, $\gamma_R = 1,25$.								
Note 1: N.A. = Not applicable.								

Y los coeficientes β_b y β_s (Cap. 7, Sec. 2, [3.4]) están indicados en la tabla siguiente:

Brackets at ends	Bracket lengths	β_b	β_s
0	—	1	1
1	ℓ_b	$\left(1 - \frac{\ell_b}{2\ell}\right)^2$	$1 - \frac{\ell_b}{2\ell}$
2	$\ell_{b1} ; \ell_{b2}$	$\left(1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} - \frac{\ell_{b2}}{2\ell}\right)^2$	$1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} - \frac{\ell_{b2}}{2\ell}$

Al no tener soportes en los extremos, se toma el valor 1 para ambos coeficientes.

Las presiones p_s y p_w son idénticas a las calculadas en el caso de la chapa:

- $p_s = 135,746 \text{ kN/mm}^2$
- $p_w = 30,490 \text{ kN/mm}^2$

Para obtener la tensión σ_{X1} (Cap. 7, Sec. 2, [3.3]) se emplea la fórmula:

$$\sigma_{X1} = \gamma_{S1}\sigma_{S1} + \gamma_{W1}(C_{FV}\sigma_{WV1} + C_{FH}\sigma_{WH1} + C_{F\Omega}\sigma_{\Omega}) \quad \left(\text{no se tomará menor que } \frac{60}{k}\right)$$

Donde los factores son los indicados en la tabla siguiente:

Load case	C_{FV}	C_{FH}	$C_{F\Omega}$
"a"	1,0	0	0

Y las tensiones se obtienen de la tabla:

Condition	σ_{S1} , in N/mm ² (1)	σ_{WV1} , in N/mm ²	σ_{WH1} , in N/mm ²
Lateral pressure applied on the side opposite to the ordinary stiffener, with respect to the plating:			$\left \frac{0,625 M_{WH}}{I_z} y \right 10^{-3}$
• $z \geq N$	$\left \frac{M_{SW,S}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625 F_D M_{WV,S}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$	
• $z < N$	$\left \frac{M_{SW,H}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625 M_{WV,H}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$	
Lateral pressure applied on the same side as the ordinary stiffener:			
• $z \geq N$	$\left \frac{M_{SW,H}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625 M_{WV,H}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$	
• $z < N$	$\left \frac{M_{SW,S}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625 F_D M_{WV,S}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$	
(1) When the ship in still water is always in hogging condition, $M_{SW,S}$ is to be taken equal to 0.			
Note 1: F_D : Coefficient defined in Ch 5, Sec 2, [4].			

El cálculo de F_D es idéntico al realizado para la chapa.

Al llegar a este punto es necesario conocer la posición del eje neutro y de la inercia de la sección para dimensionar los refuerzos, que dependen a su vez de dichas características de la sección. Los resultados de espesor que se muestran a continuación se corresponden con la inercia y posición del eje neutro de la cuaderna maestra final:

z (posición) [m]	0,000
β_b [N/mm ²]	1
β_s [N/mm ²]	1
s [m]	0,700
l [m]	2,800
R_Y [N/mm ²]	235
σ_{S1} (lado opuesto) [N/mm ²]	50,227
σ_{S1} (mismo lado) [N/mm ²]	33,341
σ_{WV1} (lado opuesto) [N/mm ²]	24,336
σ_{WV1} (mismo lado) [N/mm ²]	35,264
σ_{X1} [N/mm ²]	90,781
P_s [kN/m ²]	135,746
P_w [kN/m ²]	30,490
t mínimo [mm]	11,000
w [cm³]	510,478
A_{sh} [cm²]	13,085

4.2.3. Refuerzo seleccionado

El refuerzo seleccionado será un refuerzo tipo bulbo de 400x16 mm. Las propiedades del refuerzo se obtienen de la norma UNE-EN 10067:1996 (ANEXO I):

- $A = 89,49 \text{ cm}^2$.
- $w = 568 \text{ cm}^3$.
- $I = 14.211 \text{ cm}^4$.

4.2.4. Comprobaciones de los refuerzos

Dato	Requerido	Disponible
Espesor del alma[mm]	11,000	16,000
Sección transversal [cm²]	13,085	89,490
Módulo [cm³]	510,478	568,000

4.3. Panel del doble fondo: chapa

El acero a usar será acero de resistencia normal (235 N/mm²). El factor k para este acero es igual a 1 (Cap. 4, Sec. 1, [2.3]).

R _{eH} , in N/mm ²	k
235	1,00
315	0,78
355	0,72
390	0,68

4.3.1. Espesor mínimo de la chapa

El espesor mínimo (Cap. 7, Sec. 1, [2.2]) será:

$$t_{\text{mínimo}} (\text{fuera C.M.}) = 1,9 + 0,024Lk^{1/2} + 4,5s$$

Siendo s =0,700 metros, tal y como se ha indicado en el Apartado 3.2 de este Cuaderno.

$$t_{\text{mínimo}} = 1,9 + 0,024 * 129,284 * 1^{1/2} + 4,5 * 0,700 = 8,153 \text{ mm}$$

A este espesor mínimo hay que añadirle el espesor por corrosión (Cap. 4, Sec. 2, [3.1]):

Compartment type		General (1)	Special cases
Ballast tank (2)		1,00	1,25 in upper zone (6)
Cargo oil tank and fuel oil tank (3)	Plating of horizontal surfaces	0,75	1,00 in upper zone (6)
	Plating of non-horizontal surfaces	0,50	1,00 in upper zone (6)
	Ordinary stiffeners and primary supporting members	0,75	1,00 in upper zone (6)
Independant tank of ships with service notation liquefied gas carrier (4)		0,00	
Cofferdam in cargo area of ships with the service notation liquefied gas carrier		1,00	
Dry bulk cargo hold (5)	General	1,00	
	Inner bottom plating	1,75	
	Side plating for single hull ship		
	Inner side plating for double hull ship		
	Sloping stool plate of hopper tanks and lower stool		
	Transverse bulkhead plating		
Frames, ordinary stiffeners and primary supporting members		1,00	1,50 in lower zone (7)
Compartment located between independant tank and inner side of ships with the additional service feature asphalt carrier		1,00	
Hopper well of dredging ships		2,00	
Accommodation space		0,00	
Compartments other than those mentioned above		0,50	
Outside sea and air			

Al tratarse del panel del doble fondo, los compartimentos adyacentes son las bodegas de carga. El espesor tabulado por corrosión para las bodegas es de 1,75 mm.

Por lo tanto, **el espesor mínimo requerido es de 10 mm.**

4.3.2. Espesor de la chapa del fondo

Para la zona del doble fondo se consideran las presiones provocadas por la carga en las bodegas. Se realizará el cálculo con la peor combinación posible de estos fenómenos. La fórmula a aplicar para la chapa (Cap. 7, Sec. 1, [3.3]) será:

$$t = 14,9 c_a c_r s \sqrt{\gamma_R \gamma_m \frac{\gamma_{S2} p_S + \gamma_{W2} p_W}{\lambda_L R_y}} \quad [mm]$$

Donde:

$$\lambda_L (\text{doble fondo}) = \sqrt{1 - 0,95 \left(\gamma_m \frac{\sigma_{x1}}{R_y} \right)^2} - 0,225 \gamma_m \frac{\sigma_{x1}}{R_y}$$

- c_a = relación de aspecto de la plancha

$$c_a = 1,21 \sqrt{1 + 0,33 \left(\frac{s}{l} \right)^2} - 0,69 \frac{s}{l} \quad (\text{no será tomado mayor que } 1)$$

$$c_a = 1,21 \sqrt{1 + 0,33 \left(\frac{0,700}{2,800} \right)^2} - 0,69 \frac{0,700}{2,800} = 1,050 > 1 \rightarrow c_a = 1$$

- c_r = coeficiente de curvatura del panel

$$c_r = 1 - 0,5 \frac{s}{r} \quad (\text{no será tomado menor que } 0,5)$$

Se tomará igual a 1, dado que es un panel plano.

La presión p_w no se considera para esta chapa (Cap. 5, Sec. 6, [4.1]).

4.3.2.1. Presión p_S

La presión p_S en la chapa del doble fondo será la causada por la carga en la bodega más baja y la transmitida a la estructura por las cargas en las bodegas superiores y la transportada en la cubierta superior.

El reglamento da un valor para la carga en bodegas (Cap. 5, Sec. 6, [4.1]) igual a:

$$\text{Presión carga bodega} = 6,9 * \text{Altura entrepuente} \quad [kN/m^2]$$

$$\text{Presión carga bodega} = 6,9 * 3 = 20,7 \text{ kN/m}^2$$

Para el cálculo de la presión en la cubierta de francobordo hay que tener en cuenta tanto la presión provocada por los contenedores transportados como la originada por el agua embarcada:

$$P_S = P_{S \text{ agua embarcada}} + P_{S \text{ TEU}}$$

$$P_S = 10\varphi_1\varphi_2 + \frac{M_{TEU} * g}{A_{TEU}}$$

$$P_S = 10 * 1 * 1 + \frac{24 * 9,81}{6,1 * 2,4} = 10 + 16,082 = \mathbf{26,082 \frac{kN}{m^2}}$$

Por lo tanto, la presión p_s en el doble fondo será:

$$\begin{aligned} p_s &= p_{S \text{ cubierta francobordo}} + \text{Presión carga bodegas 1, 2, 3 y 4} \\ &= 26,082 + 4 * 20,7 = \mathbf{108,882 \frac{kN}{m^2}} \end{aligned}$$

Para continuar con el cálculo de λ_L , es necesario conocer el valor del factor de seguridad γ_m , que se obtiene de la tabla siguiente (Cap. 7, Sec. 1, [1.2]):

Partial safety factors covering uncertainties regarding:	Symbol	Strength check of plating subjected to lateral pressure					Buckling check
		General	Sloshing pressure	Impact pressure	Flooding pressure (1)	Testing check	
		see [3.2], [3.3.1], [3.4.1], [3.5.1] and [4]			see [3.3.2], [3.4.2] and [3.5.2]	see [3.3.3], [3.4.3] [3.5.3]	see [5]
Still water hull girder loads	γ_{S1}	1,00	0	0	1,00	N.A.	1,00
Wave hull girder loads	γ_{W1}	1,15	0	0	1,15	N.A.	1,15
Still water pressure	γ_{S2}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	N.A.
Wave pressure	γ_{W2}	1,20	1,05	1,20	1,20	N.A.	N.A.
Material	γ_m	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Resistance	γ_R	1,20	1,10	1,02	1,05 (2)	1,05	1,10
(1) Applies only to plating to be checked in flooding conditions							
(2) For plating of the collision bulkhead, $\gamma_R = 1,25$							
Note 1: N.A. = not applicable							

σ_{X1} es la tensión, definida para planchas que contribuyan a la resistencia longitudinal del buque (Cap. 7, Sec. 1, [3.2]) como:

$$\sigma_{X1} = \gamma_{S1}\sigma_{S1} + \gamma_{W1}(C_{FV}\sigma_{WV1} + C_{FH}\sigma_{WH1} + C_{F\Omega}\sigma_{\Omega})$$

Donde los factores “C” son los indicados en la tabla siguiente:

Load case	C_{FV}	C_{FH}	$C_{F\Omega}$
“a”	1,0	0	0

Y las tensiones están indicadas en la tabla siguiente:

Condition	σ_{S1} , in N/mm ² (1)	σ_{WV1} , in N/mm ²	σ_{WH1} , in N/mm ²
$\frac{ \gamma_{S1}M_{SW,S} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}F_D M_{WV,S} }{\gamma_{S1}M_{SW,H} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}M_{WV,H}} \geq 1$	$\left \frac{M_{SW,S}}{I_Y}(z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625F_D M_{WV,S}}{I_Y}(z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625M_{WH}}{I_z}y \right 10^{-3}$
$\frac{ \gamma_{S1}M_{SW,S} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}F_D M_{WV,S} }{\gamma_{S1}M_{SW,H} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}M_{WV,H}} < 1$	$\left \frac{M_{SW,H}}{I_Y}(z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625M_{WV,H}}{I_Y}(z - N) \right 10^{-3}$	
(1) When the ship in still water is always in hogging condition, $M_{SW,S}$ is to be taken equal to 0.			
Note 1:			
F_D : Coefficient defined in Ch 5, Sec 2, [4].			

El cálculo del coeficiente F_D es idéntico al realizado en el apartado 4.1.

La condición resultante tras realizar todos los cálculos anteriores tiene un valor igual a $0,945 > 1$.

En este punto es necesario conocer la posición del eje neutro y la inercia de la sección para dimensionar la chapa, y estas características dependen a su vez del espesor de la chapa. Esto hace que el dimensionamiento sea un proceso iterativo. Los resultados del espesor que se muestran a continuación se corresponden con la inercia y la posición del eje neutro de la cuaderna maestra final que cumple:

z (posición) [m]	1,500
σ_{S1} [N/mm ²]	34,940
σ_{WV1} [N/mm ²]	16,929
σ_{X1} [N/mm ²]	54,409
s [m]	0,700
l [m]	2,800
R_Y [N/mm ²]	235
C_a	1
C_r	1
λ_L	0,920
P_s [kN/m ²]	108,882
P_w [kN/m ²]	0,000
t mínimo [mm]	8,153
t corrosión [mm]	1,750
t calculado [mm]	8,189
t final [mm]	12,000

4.4. Panel del doble fondo: Refuerzo

El acero a usar será acero de resistencia normal (235 N/mm²), con un factor $k = 1$ (Cap. 4, Sec. 1, [2.3]).

R_{eH} , in N/mm ²	k
235	1,00
315	0,78
355	0,72
390	0,68

4.4.1. Espesor mínimo del alma

El espesor mínimo del alma (Cap. 7, Sec. 2, [2.2]) será:

$$t_{\text{mínimo}} = 1,6 + 2,2k^{1/2} + s \text{ [mm]} \text{ (para } L \geq 120 \text{ m)}$$

$$t_{\text{mínimo}} = 1,6 + 2,2 * 1^{1/2} + 0,7 = 4,5 \text{ mm}$$

El espesor neto de la chapa asociada al panel, según se calculó anteriormente, es de:

$$12 - 1,75 (\text{corrosión}) = 10,25 \text{ mm}$$

Entonces, el **espesor mínimo del alma**, que es el mayor de los dos valores, será de **11 mm**.

4.4.2. Dimensionamiento de los refuerzos

Los refuerzos de los paneles del fondo se dimensionan acorde con (Cap. 7, Sec. 2, [3.7]):

$$\text{Módulo seccional neto} = w = \gamma_R \gamma_m \beta_b \frac{\gamma_{S2} p_S + \gamma_{W2} p_W}{12(R_y - \gamma_R \gamma_m \sigma_{X1})} \left(1 - \frac{s}{2l}\right) s l^2 10^3 \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$\begin{aligned} \text{Área seccional neta a cortante} &= A_{Sh} \\ &= 10 \gamma_R \gamma_m \beta_s \frac{\gamma_{S2} p_S + \gamma_{W2} p_W}{R_y} \left(1 - \frac{s}{2l}\right) s l \text{ [cm}^2\text{]} \end{aligned}$$

Donde los factores de seguridad para los refuerzos (Cap. 7, Sec. 2, [1.2]) son:

Partial safety factors covering uncertainties regarding:	Symbol	Yielding check					Buckling check	Ultimate strength check
		General	Sloshing pressure	Impact pressure	Flooding pressure (1)	Testing check		
		(see [3.3] to [3.7])			(see [3.8])	(see [3.9])		
Still water hull girder loads	γ_{S1}	1,00	0	0	1,00	N.A.	1,00	1,00
Wave hull girder loads	γ_{W1}	1,15	0	0	1,15	N.A.	1,15	1,30
Still water pressure	γ_{S2}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	N.A.	1,00
Wave pressure	γ_{W2}	1,20	1,10	1,00	1,05	N.A.	N.A.	1,40
Material	γ_m	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Resistance	γ_R	1,02	1,02	1,02	1,02 (2)	1,20	1,10	1,02
(1) Applies only to ordinary stiffeners to be checked in flooding conditions.								
(2) For ordinary stiffeners of the collision bulkhead, $\gamma_R = 1,25$.								
Note 1: N.A. = Not applicable.								

Y los coeficientes β_b y β_s (Cap. 7, Sec. 2, [3.4]) están indicados en la tabla siguiente:

Brackets at ends	Bracket lengths	β_b	β_s
0	—	1	1
1	ℓ_b	$\left(1 - \frac{\ell_b}{2\ell}\right)^2$	$1 - \frac{\ell_b}{2\ell}$
2	$\ell_{b1} ; \ell_{b2}$	$\left(1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} - \frac{\ell_{b2}}{2\ell}\right)^2$	$1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} - \frac{\ell_{b2}}{2\ell}$

Al no tener soportes en los extremos, se toma el valor 1 para ambos coeficientes.

Las presiones p_s y p_w son idénticas a las calculadas en el caso de la chapa:

- $p_s = 108,882 \text{ kN/mm}^2$
- $p_w = 0 \text{ kN/mm}^2$

Para obtener la tensión σ_{X1} (Cap. 7, Sec. 2, [3.3]) se emplea la fórmula:

$$\sigma_{X1} = \gamma_{S1}\sigma_{S1} + \gamma_{W1}(C_{FV}\sigma_{WV1} + C_{FH}\sigma_{WH1} + C_{F\Omega}\sigma_{\Omega}) \quad \left(\text{no se tomará menor que } \frac{60}{k}\right)$$

Donde los factores son los indicados en la tabla siguiente:

Load case	C_{FV}	C_{FH}	$C_{F\Omega}$
"a"	1,0	0	0

Y las tensiones se obtienen de la tabla:

Condition	σ_{S1} , in N/mm ² (1)	σ_{WV1} , in N/mm ²	σ_{WH1} , in N/mm ²
Lateral pressure applied on the side opposite to the ordinary stiffener, with respect to the plating: • $z \geq N$ • $z < N$	$\left \frac{M_{SW,S}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$ $\left \frac{M_{SW,H}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625 F_D M_{WV,S}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$ $\left \frac{0,625 M_{WV,H}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625 M_{WH}}{I_Z} y \right 10^{-3}$
Lateral pressure applied on the same side as the ordinary stiffener: • $z \geq N$ • $z < N$	$\left \frac{M_{SW,H}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$ $\left \frac{M_{SW,S}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625 M_{WV,H}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$ $\left \frac{0,625 F_D M_{WV,S}}{I_Y} (z - N) \right 10^{-3}$	
(1) When the ship in still water is always in hogging condition, $M_{SW,S}$ is to be taken equal to 0. Note 1: F_D : Coefficient defined in Ch 5, Sec 2, [4].			

El cálculo de F_D es idéntico al realizado para la chapa.

Al llegar a este punto es necesario conocer la posición del eje neutro y de la inercia de la sección para dimensionar los refuerzos, que dependen a su vez de dichas características de la sección. Los resultados de espesor que se muestran a continuación se corresponden con la inercia y posición del eje neutro de la cuaderna maestra final:

z (posición) [m]	1,500
β_b [N/mm ²]	1
β_s [N/mm ²]	1
s [m]	0,700
l [m]	2,800
R_Y [N/mm ²]	235
σ_{S1} (lado opuesto) [N/mm ²]	34,490
σ_{S1} (mismo lado) [N/mm ²]	23,193
σ_{WV1} (lado opuesto) [N/mm ²]	16,929
σ_{WV1} (mismo lado) [N/mm ²]	24,645
σ_{X1} [N/mm ²]	63,282
P_S [kN/m ²]	108,882
P_W [kN/m ²]	0,000
t mínimo [mm]	11,000
w [cm³]	267,976
A_{sh} [cm²]	8,267

4.4.3. Refuerzo seleccionado

El refuerzo seleccionado será un refuerzo tipo bulbo de 320x14 mm. Las propiedades del refuerzo se obtienen de la norma UNE-EN 10067:1996 (ANEXO I):

- $A = 60,85 \text{ cm}^2$.
- $w = 313 \text{ cm}^3$.
- $I = 6.168 \text{ cm}^4$.

4.4.4. Comprobaciones de los refuerzos

Dato	Requerido	Disponible
Espesor del alma[mm]	11,000	14,000
Sección transversal [cm²]	8,267	60,85
Módulo [cm³]	267,976	313,000

4.5. Panel del costado: chapa

El acero a usar será acero de resistencia normal (235 N/mm²), con un factor $k = 1$ (Cap. 4, Sec. 1, [2.3]).

R_{eH} , in N/mm ²	k
235	1,00
315	0,78
355	0,72
390	0,68

4.5.1. Espesor mínimo de la chapa

El espesor mínimo (Cap. 7, Sec. 1, [2.1]) para una chapa del costado será:

$$t_{\text{mínimo}} (\text{costado}) = 2,1 + 0,031Lk^{1/2} + 4,5s \quad [\text{mm}]$$

$$t_{\text{mínimo}} = 2,1 + 0,031 * 129,284 * 1^{1/2} + 4,5 * 0,750 = 9,483 \text{ mm}$$

A este espesor hay que añadirle el correspondiente por corrosión (Cap. 4, Sec. 2, [3.1]):

Compartment type		General (1)	Special cases
Ballast tank (2)		1,00	1,25 in upper zone (6)
Cargo oil tank and fuel oil tank (3)	Plating of horizontal surfaces	0,75	1,00 in upper zone (6)
	Plating of non-horizontal surfaces	0,50	1,00 in upper zone (6)
	Ordinary stiffeners and primary supporting members	0,75	1,00 in upper zone (6)
Independant tank of ships with service notation liquefied gas carrier (4)		0,00	
Cofferdam in cargo area of ships with the service notation liquefied gas carrier		1,00	
Dry bulk cargo hold (5)	General	1,00	
	Inner bottom plating	1,75	
	Side plating for single hull ship		
	Inner side plating for double hull ship		
	Sloping stool plate of hopper tanks and lower stool		
	Transverse bulkhead plating		
Frames, ordinary stiffeners and primary supporting members		1,00	1,50 in lower zone (7)
Compartment located between independant tank and inner side of ships with the additional service feature asphalt carrier		1,00	
Hopper well of dredging ships		2,00	
Accommodation space		0,00	
Compartments other than those mentioned above		0,50	
Outside sea and air			

Para esta chapa el espesor por corrosión es de 1,75 mm por ser espacio de carga con casco simple.

El espesor mínimo requerido final es igual a 12 mm.

4.5.2. Espesor de la chapa de costado

Para calcular la chapa del costado se tendrá en cuenta la presión hidrostática en el punto más bajo de la chapa, resultando el valor mayor de la misma. Para dimensionar esta chapa (Cap. 7, Sec. 1, [3.4]) se utiliza la expresión:

$$t = 17,2 c_a c_r S \sqrt{\gamma_R \gamma_m \frac{\gamma_{S2} p_S + \gamma_{W2} p_W}{\lambda_T R_y}}$$

Donde:

$$\lambda_T (\text{costado}) = \sqrt{1 - 3 \left(\gamma_m \frac{\tau_1}{R_y} \right)^2} - 0,89 \gamma_m \frac{\sigma_{x1}}{R_y}$$

- c_a = relación de aspecto de la plancha

$$c_a = 1,21 \sqrt{1 + 0,33 \left(\frac{S}{l} \right)^2} - 0,69 \frac{S}{l} \quad (\text{no será tomado mayor que } 1)$$

$$c_a = 1,21 \sqrt{1 + 0,33 \left(\frac{0,750}{3,000} \right)^2} - 0,69 \frac{0,750}{3,000} = 1,050 > 1 \rightarrow c_a = 1$$

- c_r = coeficiente de curvatura del panel

$$c_r = 1 - 0,5 \frac{S}{r} \quad (\text{no será tomado menor que } 0,5)$$

El valor de c_r será igual a 1 debido a que es un panel plano.

4.5.2.1. Presión p_S

La presión por aguas tranquilas p_S (Cap. 5, Sec. 5, [1.1]) será:

Location	Still water pressure p_S in kN/m ²
Points at and below the waterline ($z \leq T_1$)	$\rho g (T_1 - z)$
Points above the waterline ($z > T_1$)	0

Para la zona baja del panel:

$$p_S = \rho g (T - z_{\text{cubierta baja}}) = 1,025 * 9,81 * (9,5 - 4,5) = 50,276 \text{ kN/mm}^2$$

Para la zona alta del panel:

$$p_S = \rho g (T - z_{\text{cubierta intermedia}}) = 1,025 * 9,81 * (9,5 - 7,5) = 20,111 \text{ kN/mm}^2$$

El valor de p_S será el mayor de los dos, por lo que $p_S = 50,276 \text{ kN/mm}^2$.

4.5.2.2. Presión p_w

Para el cálculo de la presión por olas se utiliza la fórmula:

$$p_w = \rho g h_1 e^{\frac{-2\pi(T-z)}{L}}$$

Siendo h_1 un valor de referencia del movimiento relativo en la condición vertical del buque, cuyo valor se saca de la siguiente tabla:

Location	Reference value of the relative motion h_1 in the upright ship condition, in m
$x = 0$	$0,7 \left(\frac{4,35}{\sqrt{C_B}} - 3,25 \right) h_{1,M}$ if $C_B < 0,875$ $h_{1,M}$ if $C_B \geq 0,875$
$0 < x < 0,3 L$	$h_{1,AE} - \frac{h_{1,AE} - h_{1,M}x}{0,3 L}$
$0,3 L \leq x \leq 0,7 L$	$0,42 n C (C_B + 0,7)$ without being taken greater than the minimum of T_1 and $D - 0,9 T$
$0,7 L < x < L$	$h_{1,M} + \frac{h_{1,FE} - h_{1,M}}{0,3} \left(\frac{x}{L} - 0,7 \right)$
$x = L$	$\left(\frac{4,35}{\sqrt{C_B}} - 3,25 \right) h_{1,M}$

Para la sección central del buque, el valor de h_1 es:

$$h_1 = 0,42 n C (C_B + 0,7) = 0,42 * 1 * 8,519 * (0,645 + 0,7) = \mathbf{4,812 \text{ m}}$$

Este valor no ha de ser mayor que el mínimo entre:

- $T_1 = 9,5 \text{ m}$
- $D - 0,9 * T = 4,950 \text{ m}$

Como el h_1 calculado es el menor de los tres valores, será el que se utilice.

Finalmente, la presión p_w en la zona alta del panel resulta:

$$p_w = 1,025 * 9,81 * 4,812 * e^{\frac{-2\pi(9,5-7,5)}{129,284}} = \mathbf{43,900 \frac{kN}{mm^2}}$$

Y en la zona baja del panel:

$$p_W = 1,025 * 9,81 * 4,812 * e^{\frac{-2\pi(9,5-4,5)}{129,284}} = 37,944 \frac{kN}{mm^2}$$

Se tomará el valor en la zona alta, ya que es el mayor de los dos.

Para continuar con el cálculo de λ_T , es necesario conocer el valor del factor de seguridad γ_m (Cap. 7, Sec. 1, [1.2]):

Partial safety factors covering uncertainties regarding:	Symbol	Strength check of plating subjected to lateral pressure					Buckling check
		General	Sloshing pressure	Impact pressure	Flooding pressure (1)	Testing check	
		see [3.2], [3.3.1], [3.4.1], [3.5.1] and [4]			see [3.3.2], [3.4.2] and [3.5.2]	see [3.3.3], [3.4.3] [3.5.3]	
Still water hull girder loads	γ_{S1}	1,00	0	0	1,00	N.A.	1,00
Wave hull girder loads	γ_{W1}	1,15	0	0	1,15	N.A.	1,15
Still water pressure	γ_{S2}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	N.A.
Wave pressure	γ_{W2}	1,20	1,05	1,20	1,20	N.A.	N.A.
Material	γ_m	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Resistance	γ_R	1,20	1,10	1,02	1,05 (2)	1,05	1,10
(1) Applies only to plating to be checked in flooding conditions							
(2) For plating of the collision bulkhead, $\gamma_R = 1,25$							
Note 1: N.A. = not applicable							

En esta tabla también se encuentran otros factores de seguridad necesarios para el cálculo del espesor de la chapa.

τ_1 es el esfuerzo cortante definido como (Cap. 7, Sec. 1, [3.2]):

$$\tau_1 = \gamma_{S1} \tau_{S1} + 0,625 C_{FV} \gamma_{W1} \tau_{W1} \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

Donde C_{FV} es un factor de combinación definido en la tabla siguiente:

Load case	C_{FV}	C_{FH}	$C_{F\Omega}$
"a"	1,0	0	0

Y los valores de las fuerzas cortantes τ_{S1} y τ_{W1} :

Structural element	τ_{S1}, τ_{W1} in N/mm ²
Bottom, inner bottom and decks (excluding possible longitudinal sloping plates)	0
Bilge, side, inner side and longitudinal bulkheads (including possible longitudinal sloping plates):	
• $0 \leq z \leq 0,25 D$	$\tau_0 \left(0,5 + 2 \frac{z}{D} \right)$
• $0,25 D < z \leq 0,75 D$	τ_0
• $0,75 D < z \leq D$	$\tau_0 \left(2,5 - 2 \frac{z}{D} \right)$
Note 1: $\tau_0 = \frac{47}{k} \left\{ 1 - \frac{6,3}{\sqrt{L_1}} \right\} \text{ N/mm}^2$	

La altura a considerar coincide con la cubierta baja:

$$\frac{z}{D} = \frac{4,5}{13,5} = \frac{1}{3} = 0,33$$

Por lo tanto, para calcular las fuerzas cortantes τ_{S1} y τ_{W1} se utilizará la siguiente fórmula:

$$\tau_{S1} = \tau_{W1} = \tau_0 = \frac{47}{k} \left\{ 1 - \frac{6,3}{\sqrt{L_1}} \right\} = \frac{47}{1} \left\{ 1 - \frac{6,3}{\sqrt{129,284}} \right\} = 20,958 \text{ N/mm}^2$$

Resultando un valor de τ_1 igual a:

$$\tau_1 = 1 * 20,958 + 0,625 * 1 * 1,15 * 20,958 = 36,022 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

σ_{X1} es la tensión definida como (Cap. 7, Sec. 1. [3.2]):

$$\sigma_{X1} = \gamma_{S1} \sigma_{S1} + \gamma_{W1} (C_{FV} \sigma_{WV1} + C_{FH} \sigma_{WH1} + C_{F\Omega} \sigma_{\Omega})$$

Los factores de combinación ya se han incluido anteriormente y las tensiones se indican en la tabla siguiente:

Condition	σ_{S1} , in N/mm ² (1)	σ_{WV1} , in N/mm ²	σ_{WH1} , in N/mm ²
$\frac{ \gamma_{S1}M_{SW,S} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}F_D M_{WV,S} }{\gamma_{S1}M_{SW,H} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}M_{WV,H}} \geq 1$	$\left \frac{M_{SW,S}}{I_Y}(z - N)\right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625F_D M_{WV,S}}{I_Y}(z - N)\right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625M_{WH}}{I_Z}y\right 10^{-3}$
$\frac{ \gamma_{S1}M_{SW,S} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}F_D M_{WV,S} }{\gamma_{S1}M_{SW,H} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}M_{WV,H}} < 1$	$\left \frac{M_{SW,H}}{I_Y}(z - N)\right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625M_{WV,H}}{I_Y}(z - N)\right 10^{-3}$	
(1) When the ship in still water is always in hogging condition, $M_{SW,S}$ is to be taken equal to 0. Note 1: F_D : Coefficient defined in Ch 5, Sec 2, [4].			

Los factores de seguridad también se han incluido anteriormente. Los momentos de esta tabla son los momentos de diseño de la cuaderna maestra tal y como han sido calculados anteriormente, al igual que la condición del buque.

En este punto es necesario conocer la posición del eje neutro y la inercia de la sección para dimensionar la chapa, que a su vez dependen del espesor de ésta. Procediendo como en el apartado anterior, los resultados de espesor que se muestran a continuación se corresponden con la inercia y la posición del eje neutro de la cuaderna maestra final:

z (baja) [m]	4,500
z (alta) [m]	7,500
σ_{S1} [N/mm ²]	45,860
σ_{WV1} [N/mm ²]	26,664
σ_{X1} [N/mm ²]	76,523
τ_{S1} [N/mm ²]	20,958
τ_{W1} [N/mm ²]	20,958
τ_1 [N/mm ²]	36,022
s [m]	0,750
l [m]	3,000
R_Y [N/mm ²]	235
C_a	1
C_r	1
λ_T	0,637
P_s (zona baja) [kN/m ²]	50,276
P_s (zona alta) [kN/m ²]	20,111
P_w (zona baja) [kN/m ²]	37,944
P_w (zona alta) [kN/m ²]	43,900
t mínimo [mm]	9,483
t corrosión [mm]	1,750
t calculado [mm]	11,835
t final [mm]	13,000

4.6. Panel del costado: refuerzo

El acero a usar será acero de resistencia normal (235 N/mm²), con un factor $k = 1$ (Cap. 4, Sec. 1, [2.3]).

R_{eH} , in N/mm ²	k
235	1,00
315	0,78
355	0,72
390	0,68

4.6.1. Espesor mínimo del alma

El espesor mínimo del alma (Cap. 7, Sec. 2, [2.2]) será:

$$t_{\text{mínimo}} = 1,6 + 2,2k^{1/2} + s \quad (\text{para } L \geq 120 \text{ m})$$

$$t_{\text{mínimo}} = 1,6 + 2,2 * 1^{1/2} + 0,750 = 4,550 \text{ mm}$$

El espesor neto de la chapa asociada al panel, según se calculó anteriormente, es de:

$$13 \text{ mm} - 1,75 \text{ mm (corrosión)} = 11,25 \text{ mm}$$

Entonces el **espesor mínimo del alma**, que es el mayor de estos valores, es de **11,25 mm**.

4.6.2. Dimensionamiento de los refuerzos

El módulo neto de la sección “w” y el área seccional neta a cortante “A_{Sh}” de los refuerzos (Cap. 7, Sec. 2, [3.7]) serán:

$$\text{Módulo seccional neto} = w = \gamma_R \gamma_m \lambda_b \beta_b \frac{\gamma_{S2} p_S + \gamma_{W2} p_W}{12 R_y} \left(1 - \frac{s}{2l}\right) s l^2 10^3 \quad [cm^3]$$

$$\begin{aligned} \text{Área seccional neta a cortante} &= A_{Sh} \\ &= 10 \gamma_R \gamma_m \lambda_s \beta_s \frac{\gamma_{S2} p_S + \gamma_{W2} p_W}{R_y} \left(1 - \frac{s}{2l}\right) s l \quad [cm^2] \end{aligned}$$

Donde los factores de seguridad para los refuerzos son:

Partial safety factors covering uncertainties regarding:	Symbol	Yielding check					Buckling check	Ultimate strength check
		General	Sloshing pressure	Impact pressure	Flooding pressure (1)	Testing check		
		(see [3.3] to [3.7])			(see [3.8])	(see [3.9])		
Still water hull girder loads	γ_{S1}	1,00	0	0	1,00	N.A.	1,00	1,00
Wave hull girder loads	γ_{W1}	1,15	0	0	1,15	N.A.	1,15	1,30
Still water pressure	γ_{S2}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	N.A.	1,00
Wave pressure	γ_{W2}	1,20	1,10	1,00	1,05	N.A.	N.A.	1,40
Material	γ_m	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Resistance	γ_R	1,02	1,02	1,02	1,02 (2)	1,20	1,10	1,02
(1) Applies only to ordinary stiffeners to be checked in flooding conditions.								
(2) For ordinary stiffeners of the collision bulkhead, $\gamma_R = 1,25$.								
Note 1: N.A. = Not applicable.								

Y los coeficientes β_b , β_s , λ_b y λ_s :

Brackets at ends	Bracket lengths	β_b	β_s
0	—	1	1
1	ℓ_b	$\left(1 - \frac{\ell_b}{2\ell}\right)^2$	$1 - \frac{\ell_b}{2\ell}$
2	$\ell_{b1} ; \ell_{b2}$	$\left(1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} - \frac{\ell_{b2}}{2\ell}\right)^2$	$1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} - \frac{\ell_{b2}}{2\ell}$

λ_b : Coefficient taken equal to the greater of the following values:

$$\lambda_b = 1 + 0,2 \frac{\gamma_{S2}(p_{Sd} - p_{Su}) + \gamma_{W2}(p_{Wd} - p_{Wu})}{\gamma_{S2}(p_{Sd} + p_{Su}) + \gamma_{W2}(p_{Wd} + p_{Wu})}$$

$$\lambda_b = 1 - 0,2 \frac{\gamma_{S2}(p_{Sd} - p_{Su}) + \gamma_{W2}(p_{Wd} - p_{Wu})}{\gamma_{S2}(p_{Sd} + p_{Su}) + \gamma_{W2}(p_{Wd} + p_{Wu})}$$

λ_s : Coefficient taken equal to the greater of the following values:

$$\lambda_s = 1 + 0,4 \frac{\gamma_{S2}(p_{Sd} - p_{Su}) + \gamma_{W2}(p_{Wd} - p_{Wu})}{\gamma_{S2}(p_{Sd} + p_{Su}) + \gamma_{W2}(p_{Wd} + p_{Wu})}$$

$$\lambda_s = 1 - 0,4 \frac{\gamma_{S2}(p_{Sd} - p_{Su}) + \gamma_{W2}(p_{Wd} - p_{Wu})}{\gamma_{S2}(p_{Sd} + p_{Su}) + \gamma_{W2}(p_{Wd} + p_{Wu})}$$

Al no tener soporte en los extremos, β_b y β_s serán iguales a 1.

Las presiones por aguas tranquilas y por olas son idénticas a las calculadas en el Apartado 4.3.

Con estos cálculos ya se puede dimensionar el refuerzo:

$$w = 1,02 * 1,02 * 1,027 * 1 * \frac{1 * 50,276 + 1,2 * 43,900}{12 * 235} * \left(1 - \frac{0,750}{2 * 3,000}\right) * 0,750 \\ * 3,000^2 * 10^3 = \mathbf{230,470 \text{ cm}^3}$$

$$A_{Sh} = 10 * 1,02 * 1,02 * 1,055 * 1 * \frac{1 * 50,276 + 1,2 * 43,900}{235} * \left(1 - \frac{0,750}{2 * 3,000}\right) \\ * 0,750 * 3,000 = \mathbf{9,464 \text{ cm}^2}$$

4.6.3. Refuerzo seleccionado

El refuerzo seleccionado será un perfil tipo bulbo de 300x13 mm. Las propiedades del refuerzo se obtienen de la norma UNE-EN 10067:1996 (ANEXO I):

- $A = 52,79 \text{ cm}^2$.
- $w = 256 \text{ cm}^3$.
- $I = 4.722 \text{ cm}^4$.

4.6.4. Comprobaciones de los refuerzos

Dato	Requerido	Disponible
Espesor del alma[mm]	12,000	13,000
Sección transversal [cm²]	9,464	52,790
Módulo [cm³]	230,470	256,000

4.7. Panel de cubierta: chapa

El acero a usar será acero de resistencia normal (235 N/mm²), con un factor “k” igual a 1 (Cap. 4, Sec. 1, [2.3]).

R_{eH} , in N/mm ²	k
235	1,00
315	0,78
355	0,72
390	0,68

4.7.1. Espesor mínimo de la chapa

El espesor mínimo (Cap. 7, Sec. 1, [2.2]) será:

$$t_{\text{mínimo}} = 1,6 + 0,032Lk^{1/2} + 4,5s \quad [mm]$$

$$t_{\text{mínimo}} = 1,6 + 0,032 * 129,284 * 1^{1/2} + 4,5 * 0,700 = 8,887 \text{ mm}$$

El espesor por corrosión para una chapa de cubierta (Cap. 4, Sec. 2, 3.1) es igual a 1 mm. Por lo tanto, **el espesor mínimo requerido será igual a 10 mm.**

4.7.2. Espesor de la chapa de cubierta

Para calcular la chapa de cubierta se tendrán en cuenta tanto la presión del agua en cubierta como la presión provocada por la carga de contenedores en cubierta, tal y como indican las reglas del BV. Para dimensionar esta chapa se utilizará la expresión (Cap. 7, Sec. 1, [3.3]):

$$t = 14,9c_a c_r s \sqrt{\gamma_R \gamma_m \frac{\gamma_{S2} p_S + \gamma_{W2} p_W}{\lambda_L R_y}}$$

Donde:

$$\lambda_L = \sqrt{1 - 0,95 \left(\gamma_m \frac{\sigma_{x1}}{R_y} \right)^2} - 0,225 \gamma_m \frac{\sigma_{x1}}{R_y}$$

- c_a = relación de aspecto de la plancha

$$c_a = 1,21 \sqrt{1 + 0,33 \left(\frac{s}{l} \right)^2} - 0,69 \frac{s}{l} \quad (\text{no será tomado mayor que } 1)$$

$$c_a = 1,21 \sqrt{1 + 0,33 \left(\frac{0,700}{2.800} \right)^2} - 0,69 * \frac{0,700}{2.800} = 1,050 > 1 \rightarrow c_a = 1$$

- c_r = coeficiente de curvatura del panel

$$c_r = 1 - 0,5 \frac{S}{r} \quad (\text{no será tomado menor que } 0,5)$$

Se tomará igual a 1, dado que es un panel plano.

4.7.2.1. Presión p_s

La presión del agua sobre la cubierta expuesta (Cap. 5, Sec. 5, [1.2]) no ha de ser menor que:

$$p_s \geq 10\varphi_1\varphi_2 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$$

Donde φ_1 y φ_2 son coeficientes indicados en las siguientes tablas:

Exposed deck location	φ_1
Freeboard deck	1,00
Top of lowest tier	0,75
Top of second tier	0,56
Top of third tier	0,42
Top of fourth tier	0,32
Top of fifth tier	0,25
Top of sixth tier	0,20
Top of seventh tier	0,15
Top of eighth tier and above	0,10

Location	Wave pressure p_w , in kN/m ²	
	Crest	Through
$0 \leq x \leq 0,5 L$	$17,5 n \varphi_1 \varphi_2$	0
$0,5 L < x < 0,75 L$	$\left\{ 17,5 + \left[\frac{19,6 \sqrt{H_F} - 17,5}{0,25} \right] \left(\frac{x}{L} - 0,5 \right) \right\} n \varphi_1 \varphi_2$	0
$0,75 L \leq x \leq L$	$19,6 n \varphi_1 \varphi_2 \sqrt{H}$	0

Note 1:

$$H = C_{F1} \left[2,66 \left(\frac{x}{L} - 0,7 \right)^2 + 0,14 \right] \sqrt{\frac{VL}{C_B}} - (z - T_1) \quad \text{without being taken less than } 0,8$$

φ_1 : Coefficient defined in Tab 2

φ_2 : Coefficient taken equal to:

- $\varphi_2 = 1$ if $L \geq 120$ m
- $\varphi_2 = L/120$ if $L < 120$ m

H_F : Value of H calculated at $x = 0,75 L$

C_{F1} : Combination factor, to be taken equal to:

- $C_{F1} = 1,0$ for load case "a"
- $C_{F1} = 0,5$ for load case "b"

V : Maximum ahead service speed, in knots, to be taken not less than 13 knots.

Siendo $\varphi_1 = 1$ por ser la cubierta de francobordo y $\varphi_2 = 1$ por tener una $L > 120$ m.

La presión por el agua de mar resulta:

$$p_s = 10 * 1 * 1 = 10 \frac{kN}{m^2}$$

Además, se tendrá en cuenta que el buque está diseñado para transportar contenedores sobre cubierta. Aplicando el reglamento (Cap. 5, Sec. 6, [5.1]):

$$F_s = Mg \quad [kN]$$

Donde M es la masa, en toneladas, del contenedor. El peso máximo de un TEU es de 24 toneladas. Para obtener la presión debida al transporte del contenedor sobre cubierta basta con dividir F_s entre la superficie del contenedor (6,1 metros de largo por 2,4 metros de ancho):

$$P_s = \frac{F_s}{A_{TEU}} \quad [kN/m^2]$$

$$P_s = \frac{24 * 9,81}{6,1 * 2,4} = 16,082 \text{ kN/m}^2$$

Sumando ambas presiones, se obtiene una P_s final:

$$P_s = P_{s \text{ mar}} + P_{s \text{ TEU}} = 10 + 16,082 = 26,082 \frac{kN}{m^2}$$

4.7.2.2. Presión p_w

Empleando la tabla anterior y teniendo en cuenta que la maestra está situada a 0,498L, la fórmula a utilizar será:

$$p_w = 17,5n\varphi_1\varphi_2 \quad \left[\frac{kN}{m^2} \right]$$

Por lo tanto, el valor de p_w será:

$$p_w = 17,5 * 1 * 1 * 1 = 17,5 \frac{kN}{m^2}$$

Continuando el cálculo de λ_L , los factores de seguridad se encuentran en la tabla siguiente:

Partial safety factors covering uncertainties regarding:	Symbol	Strength check of plating subjected to lateral pressure					Buckling check
		General	Sloshing pressure	Impact pressure	Flooding pressure (1)	Testing check	
		see [3.2], [3.3.1], [3.4.1], [3.5.1] and [4]			see [3.3.2], [3.4.2] and [3.5.2]	see [3.3.3], [3.4.3] [3.5.3]	
Still water hull girder loads	γ_{S1}	1,00	0	0	1,00	N.A.	1,00
Wave hull girder loads	γ_{W1}	1,15	0	0	1,15	N.A.	1,15
Still water pressure	γ_{S2}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	N.A.
Wave pressure	γ_{W2}	1,20	1,05	1,20	1,20	N.A.	N.A.
Material	γ_m	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Resistance	γ_R	1,20	1,10	1,02	1,05 (2)	1,05	1,10
(1) Applies only to plating to be checked in flooding conditions (2) For plating of the collision bulkhead, $\gamma_R = 1,25$ Note 1: N.A. = not applicable							

σ_{X1} es la tensión, definida por (Cap. 7, Sec. 1, [3.2]):

$$\sigma_{X1} = \gamma_{S1}\sigma_{S1} + \gamma_{W1}(C_{FV}\sigma_{WV1} + C_{FH}\sigma_{WH1} + C_{F\Omega}\sigma_{\Omega})$$

Donde los factores de combinación son:

Load case	C_{FV}	C_{FH}	$C_{F\Omega}$
"a"	1,0	0	0

Y las tensiones están indicadas en la tabla siguiente:

Condition	σ_{S1} , in N/mm ² (1)	σ_{WV1} , in N/mm ²	σ_{WH1} , in N/mm ²
$\frac{ \gamma_{S1}M_{SW,S} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}F_D M_{WV,S} }{\gamma_{S1}M_{SW,H} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}M_{WV,H}} \geq 1$	$\left \frac{M_{SW,S}}{I_y}(z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625F_D M_{WV,S}}{I_y}(z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625M_{WH}}{I_z}y \right 10^{-3}$
$\frac{ \gamma_{S1}M_{SW,S} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}F_D M_{WV,S} }{\gamma_{S1}M_{SW,H} + 0,625\gamma_{W1}C_{FV}M_{WV,H}} < 1$	$\left \frac{M_{SW,H}}{I_y}(z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625M_{WV,H}}{I_y}(z - N) \right 10^{-3}$	
(1) When the ship in still water is always in hogging condition, $M_{SW,S}$ is to be taken equal to 0. Note 1: F_D : Coefficient defined in Ch 5, Sec 2, [4].			

Donde los momentos son los calculados anteriormente para el diseño de la cuaderna maestra en el Apartado 2.4.

La condición, al igual que en los casos anteriores, toma un valor igual a 0,945.

En este punto es necesario conocer la posición del eje neutro y la inercia de la sección para dimensionar la chapa, que a su vez dependen del espesor de ésta. Procediendo como en apartados anteriores, los resultados de espesor que se muestran a continuación se corresponden con la inercia y posición de eje neutro de la cuaderna maestra final, que cumple:

z (posición) [m]	13,500
σ_{S1} [N/mm ²]	87,353
σ_{WV1} [N/mm ²]	42,323
σ_{X1} [N/mm ²]	136,025
s [m]	0,700
l [m]	2,800
R_Y [N/mm ²]	235
C_a	1
C_r	1
λ_L	0,685
P_s [kN/m ²]	26,082
P_w [kN/m ²]	17,500
t mínimo [mm]	8,887
t corrosión [mm]	1,000
t calculado [mm]	6,241
t final [mm]	11,000

4.8. Panel de cubierta – refuerzo

El acero a usar será acero de resistencia normal (235 N/mm²), con un factor “k” igual a 1 (Cap. 4, Sec. 1, [2.3]).

R_{eH} , in N/mm ²	k
235	1,00
315	0,78
355	0,72
390	0,68

4.8.1. Espesor mínimo del alma

El espesor mínimo del alma (Cap. 7, Sec. 2, [2.2]) será:

$$t_{\text{mínimo}} = 1,6 + 2,2k^{1/2} + s \quad (\text{para } L \geq 120 \text{ m})$$

$$t_{\text{mínimo}} = 1,6 + 2,2 * 1^{1/2} + 0,700 = 4,500 \text{ mm}$$

El espesor neto de la chapa asociada al panel, según se calculó anteriormente, es de:

$$11 \text{ mm} - 1 \text{ mm (corrosión)} = 10 \text{ mm}$$

Entonces el **espesor mínimo del alma**, que es el mayor de estos valores, es de **10 mm**.

4.8.2. Dimensionamiento de los refuerzos

Los refuerzos de los paneles de la cubierta se dimensionan acorde con (Cap. 7, Sec. 2, [3.7]):

$$\text{Módulo seccional neto} = w = \gamma_R \gamma_m \beta_b \frac{\gamma_{S2} p_S + \gamma_{W2} p_W}{12(R_y - \gamma_R \gamma_m \sigma_{X1})} \left(1 - \frac{s}{2l}\right) s l^2 10^3 \quad [\text{cm}^3]$$

$$\begin{aligned} \text{Área seccional neta a cortante} &= A_{Sh} \\ &= 10 \gamma_R \gamma_m \beta_s \frac{\gamma_{S2} p_S + \gamma_{W2} p_W}{R_y} \left(1 - \frac{s}{2l}\right) s l \quad [\text{cm}^2] \end{aligned}$$

Donde los factores de seguridad para los refuerzos (Cap. 7, Sec. 2, [1.2]) son:

Partial safety factors covering uncertainties regarding:	Symbol	Yielding check		
		General	Flooding pressure (1)	Testing check
		see [3.3] to [3.5]	see [3.6]	see [3.7]
Still water hull girder loads	γ_{S1}	Not applicable	Not applicable	Not applicable
Wave hull girder loads	γ_{W1}	Not applicable	Not applicable	Not applicable
Still water pressure	γ_{S2}	1,00	1,00	1,00
Wave pressure	γ_{W2}	1,20	1,05	Not applicable
Material	γ_m	1,02	1,02	1,02
Resistance	γ_R	1,02	1,02 (2)	1,20
(1) Applies only to ordinary stiffeners to be checked in flooding conditions				
(2) For ordinary stiffeners of the collision bulkhead, $\gamma_R = 1,25$				

Y los coeficientes β_b y β_s (Cap. 7, Sec. 2, [3.4]) están indicados en la tabla siguiente:

Brackets at ends	Bracket lengths	β_b	β_s
0	—	1	1
1	ℓ_b	$\left(1 - \frac{\ell_b}{2\ell}\right)^2$	$1 - \frac{\ell_b}{2\ell}$
2	$\ell_{b1} ; \ell_{b2}$	$\left(1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} - \frac{\ell_{b2}}{2\ell}\right)^2$	$1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} - \frac{\ell_{b2}}{2\ell}$

Al no tener soportes en los extremos, se toma el valor 1 para ambos coeficientes.

Las presiones p_s y p_w son idénticas a las calculadas en el caso de la chapa:

- $p_s = 26,082 \text{ kN/mm}^2$
- $p_w = 17,500 \text{ kN/mm}^2$

Para obtener la presión σ_{X1} (Cap. 7, Sec. 2, [3.3]) se emplea la fórmula:

$$\sigma_{X1} = \gamma_{S1}\sigma_{S1} + \gamma_{W1}(C_{FV}\sigma_{WV1} + C_{FH}\sigma_{WH1} + C_{F\Omega}\sigma_{\Omega}) \quad \left(\text{no se tomará menor que } \frac{60}{k}\right)$$

Donde los factores son los indicados en la tabla siguiente:

Load case	C_{FV}	C_{FH}	$C_{F\Omega}$
"a"	1,0	0	0

Y las tensiones se obtienen de la tabla:

Condition	σ_{S1} , in N/mm ² (1)	σ_{WV1} , in N/mm ²	σ_{WH1} , in N/mm ²
Lateral pressure applied on the side opposite to the ordinary stiffener, with respect to the plating:			$\left \frac{0,625 M_{WH}}{I_z} y \right 10^{-3}$
• $z \geq N$	$\left \frac{M_{SW,S}(z - N)}{I_Y} \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625 F_D M_{WV,S}(z - N)}{I_Y} \right 10^{-3}$	
• $z < N$	$\left \frac{M_{SW,H}(z - N)}{I_Y} \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625 M_{WV,H}(z - N)}{I_Y} \right 10^{-3}$	
Lateral pressure applied on the same side as the ordinary stiffener:			
• $z \geq N$	$\left \frac{M_{SW,H}(z - N)}{I_Y} \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625 M_{WV,H}(z - N)}{I_Y} \right 10^{-3}$	
• $z < N$	$\left \frac{M_{SW,S}(z - N)}{I_Y} \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625 F_D M_{WV,S}(z - N)}{I_Y} \right 10^{-3}$	
(1) When the ship in still water is always in hogging condition, $M_{SW,S}$ is to be taken equal to 0.			
Note 1: F_D : Coefficient defined in Ch 5, Sec 2, [4].			

El cálculo de F_D es idéntico al realizado en el Apartado 4.1.

Llegado a este punto nos encontramos que para dimensionar los refuerzos es necesario conocer la posición del eje neutro y la inercia de la sección, que dependen a su vez de los mismos. Los resultados de espesor que se muestran a continuación se corresponden con la inercia y posición del eje neutro de la cuaderna maestra final, que cumple:

z (posición) [m]	13,500
β_b [N/mm ²]	1
β_s [N/mm ²]	1
s [m]	0,700
l [m]	2,800
R_Y [N/mm ²]	235
σ_{S1} (lado opuesto) [N/mm ²]	57,985
σ_{S1} (mismo lado) [N/mm ²]	87,353
σ_{WV1} (lado opuesto) [N/mm ²]	61,330
σ_{WV1} (mismo lado) [N/mm ²]	42,323
σ_{X1} [N/mm ²]	157,882
P_s [kN/m ²]	26,082
P_w [kN/m ²]	17,500
t mínimo [mm]	10,000
w [cm³]	277,099
A_{sh} [cm²]	3,575

4.8.3. Refuerzo seleccionado

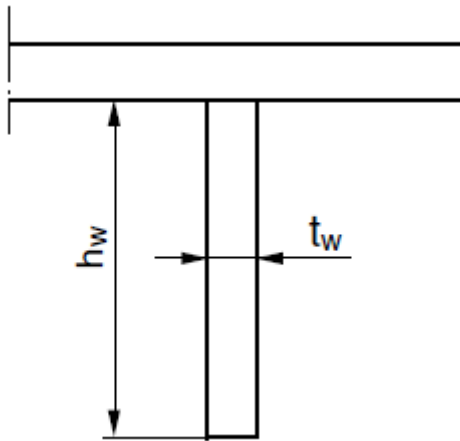
El refuerzo seleccionado será un refuerzo plano de 300x25 mm. Las propiedades del refuerzo son las siguientes:

- $A = 75 \text{ cm}^2$.
- $w = 375 \text{ cm}^3$.
- $I = 5.625 \text{ cm}^4$.

4.8.4. Comprobaciones de los refuerzos

4.8.4.1. Geometría

Según el reglamento (Cap. 7, Sec. 2, [1.4]), las dimensiones netas del refuerzo deben cumplir con el siguiente requerimiento:



$$\frac{h_w}{t_w} \leq 20\sqrt{k}$$

Para el refuerzo seleccionado:

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{300}{25} = 12 \leq 20$$

Por lo tanto, el refuerzo cumple el requerimiento.

4.8.4.2. Espesor mínimo del alma, área y módulo

Dato	Requerido	Disponible
Espesor del alma[mm]	10,000	25,000
Sección transversal [cm ²]	3,575	75,000
Módulo [cm ³]	277,099	375,000

4.9. Panel del mamparo: chapa

El mamparo estanco a calcular será el situado en la cuaderna 71 (49,270 metros a proa de la perpendicular de popa), que separa bodegas de carga.

El acero a usar será acero de resistencia normal (235 N/mm²), con un factor “k” igual a 1 (Cap. 4, Sec. 1, [2.3]).

R_{eH} , in N/mm ²	k
235	1,00
315	0,78
355	0,72
390	0,68

4.9.1. Espesor mínimo de la chapa

El espesor mínimo (Cap. 7, Sec. 1, [2.2]) será:

$$t_{\text{mínimo}} = 1,3 + 0,004Lk^{1/2} + 4,5s \quad [mm]$$

$$t_{\text{mínimo}} = 1,3 + 0,004 * 129,284 * 1^{1/2} + 4,5 * 0,750 = 5,192 \text{ mm}$$

El espesor por corrosión (Cap. 4, Sec. 2, [3.1]) para espacios de carga es igual a 1,75 mm.

Compartment type		General (1)	Special cases
Ballast tank (2)		1,00	1,25 in upper zone (6)
Cargo oil tank and fuel oil tank (3)	Plating of horizontal surfaces	0,75	1,00 in upper zone (6)
	Plating of non-horizontal surfaces	0,50	1,00 in upper zone (6)
	Ordinary stiffeners and primary supporting members	0,75	1,00 in upper zone (6)
Independant tank of ships with service notation liquefied gas carrier (4)		0,00	
Cofferdam in cargo area of ships with the service notation liquefied gas carrier		1,00	
Dry bulk cargo hold (5)	General	1,00	
	Inner bottom plating	1,75	
	Side plating for single hull ship		
	Inner side plating for double hull ship		
	Sloping stool plate of hopper tanks and lower stool		
	Transverse bulkhead plating		
Frames, ordinary stiffeners and primary supporting members		1,00	1,50 in lower zone (7)
Compartment located between independant tank and inner side of ships with the additional service feature asphalt carrier		1,00	
Hopper well of dredging ships		2,00	
Accommodation space		0,00	
Compartments other than those mentioned above		0,50	
Outside sea and air			

Sumando al espesor mínimo calculado el espesor por corrosión, se obtiene un **espesor mínimo requerido de 7 mm**.

4.9.2. Espesor de la chapa del mamparo

La presión para calcular la chapa del mamparo será la presión provocada por la inundación del compartimento (Cap. 5, Sec. 6, [9.1]). Para el espesor de la chapa:

$$t = 14,9 c_a c_r s \sqrt{\gamma_R \gamma_m \frac{\gamma_{S2} p_{SF} + \gamma_{W2} p_{WF}}{R_y}} \quad [mm]$$

Donde:

- c_a = relación de aspecto de la plancha

$$c_a = 1,21 \sqrt{1 + 0,33 \left(\frac{s}{l}\right)^2} - 0,69 \frac{s}{l} \quad (\text{no será tomado mayor que } 1)$$

$$c_a = 1,21 \sqrt{1 + 0,33 \left(\frac{0,750}{3,000}\right)^2} - 0,69 * \frac{0,750}{3,000} = 1,050 > 1 \rightarrow c_a = 1$$

- c_r = coeficiente de curvatura del panel

$$c_r = 1 - 0,5 \frac{s}{r} \quad (\text{no será tomado menor que } 0,5)$$

Se tomará igual a 1, dado que es un panel plano.

Los factores de seguridad son los indicados en la tabla siguiente:

Partial safety factors covering uncertainties regarding:	Symbol	Strength check of plating subjected to lateral pressure					Buckling check
		General	Sloshing pressure	Impact pressure	Flooding pressure (1)	Testing check	
		see [3.2], [3.3.1], [3.4.1], [3.5.1] and [4]			see [3.3.2], [3.4.2] and [3.5.2]	see [3.3.3], [3.4.3] [3.5.3]	
Still water hull girder loads	γ_{S1}	1,00	0	0	1,00	N.A.	1,00
Wave hull girder loads	γ_{W1}	1,15	0	0	1,15	N.A.	1,15
Still water pressure	γ_{S2}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	N.A.
Wave pressure	γ_{W2}	1,20	1,05	1,20	1,20	N.A.	N.A.
Material	γ_m	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Resistance	γ_R	1,20	1,10	1,02	1,05 (2)	1,05	1,10
(1) Applies only to plating to be checked in flooding conditions							
(2) For plating of the collision bulkhead, $\gamma_R = 1,25$							
Note 1: N.A. = not applicable							

4.9.2.1. Presión p_{SF}

El cálculo de la presión p_{SF} (Cap. 5, Sec. 6, [9.1]) está indicado en la tabla siguiente:

Still water pressure p_{SF} , in kN/m^2	Inertial pressure p_{WF} , in kN/m^2
$\rho g (z_F - z)$ without being taken less than $0,4 g d_0$	$0,6 \rho a_{z1} (z_F - z)$ without being taken less than $0,4 g d_0$
Note 1: z_F : Z co-ordinate, in m, of the freeboard deck at side in way of the transverse section considered. Where the results of damage stability calculations are available, the deepest equilibrium waterline may be considered in lieu of the freeboard deck; in this case, the Society may require transient conditions to be taken into account.	

Por lo tanto, p_{SF} en la parte inferior del panel será la mayor de:

$$p_{SF \text{ zona baja}} = \rho g (z_F - z) = 1,025 * 9,81 * (13,5 - 4,5) = 90,497 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{SF} = 0,4 g d_0 = 0,4 * 9,81 * 2,4 = 9,418 \text{ kN/m}^2$$

Y para la parte superior del panel:

$$p_{SF \text{ zona alta}} = \rho g (z_F - z) = 1,025 * 9,81 * (13,5 - 7,5) = 60,332 \text{ kN/m}^2$$

Por lo tanto, la **presión p_{SF}** seleccionada será igual a **90,497 kN/m²**.

4.9.2.2. Presión p_{WF}

Para calcular la presión p_{WF} es necesario conocer la aceleración a_{z1} , que se define como (Cap. 5, Sec. 3, 3.4):

$$a_{z1} = \sqrt{a_H^2 + \alpha_P^2 K_X L^2} \quad [m/s^2]$$

Donde:

$$a_H = a_B g \quad [m/s^2]$$

$$a_B = n \left(0,76F + 1,875 \frac{h_W}{L} \right)$$

$$F = n^0 \text{ Froude} = 0,164 \frac{V}{L^{0,5}}$$

$$h_W = 11,44 - \left| \frac{L - 250}{110} \right|^3 \quad (\text{para } L < 350 \text{ m})$$

$$\alpha_P = A_P \left(\frac{2\pi}{T_P} \right)^2 \quad [rad/s^2]$$

$$A_p = 0,328a_B \left(1,32 - \frac{h_W}{L}\right) \left(\frac{0,6}{C_B}\right)^{0,75} \quad [rad]$$

$$T_p = 0,575\sqrt{L} \quad [s]$$

$$K_x = 1,2 \left(\frac{x}{L}\right)^2 - 1,1 \frac{x}{L} + 0,2 \quad (\text{sin ser menor que } 0,018)$$

Tras realizar todos los cálculos, la aceleración a_{z1} da como resultado:

$$a_{z1} = \sqrt{3,421^2 + 0,125^2 * 0,018 * 129,284^2} = 4,046 \text{ m/s}^2$$

La presión p_{WF} en la parte baja del panel será:

$$p_{WF \text{ zona baja}} = \rho a_{z1}(z_F - z) = 1,025 * 4,046 * (13,5 - 4,5) = 37,327 \text{ kN/m}^2$$

Y en la parte alta:

$$p_{WF \text{ zona alta}} = \rho a_{z1}(z_F - z) = 1,025 * 4,046 * (13,5 - 7,5) = 24,885 \text{ kN/m}^2$$

Por lo que la **p_{WF} definitiva** será igual a **37,327 kN/m²**.

Una vez realizados todos estos cálculos preliminares, es posible calcular el espesor de la chapa del mamparo:

$$t = 14,9 * 1 * 1 * 0,750 * \sqrt{1,2 * 1,02 * \frac{1 * 90,497 + 1,2 * 37,327}{235}} = 9,381 \text{ mm}$$

A este espesor se le añade el margen de corrosión de 1,75 mm, resultando un espesor de 11,131 mm.

El espesor definitivo de la chapa del mamparo será de 12 mm.

4.10. Panel del mamparo: refuerzo

El acero a usar será acero de resistencia normal (235 N/mm²), con un factor “k” igual a 1 (Cap. 4, Sec. 1, [2.3]).

R_{eH} , in N/mm ²	k
235	1,00
315	0,78
355	0,72
390	0,68

4.10.1. Espesor mínimo del alma

El espesor mínimo del alma (Cap. 7, Sec. 2, [2.2]) será:

$$t_{\text{mínimo}} = 1,6 + 2.2k^{1/2} + s \quad (\text{para } L \geq 120 \text{ m})$$

$$t_{\text{mínimo}} = 1,6 + 2.2 * 1^{1/2} + 0,750 = 4,550 \text{ mm}$$

El espesor neto de la chapa asociada al panel, según se calculó anteriormente, es de:

$$12 \text{ mm} - 1,75 \text{ mm (corrosión)} = 10,25 \text{ mm}$$

Entonces, el **espesor mínimo del alma** será el mayor de estos valores, que es de **10,25 mm**.

4.10.2. Dimensionamiento de los refuerzos

El módulo neto de la sección “w” y el área seccional neta a cortante “A_{Sh}” de los refuerzos (Cap. 7, Sec. 2, [3.8]) serán:

$$\text{Módulo seccional neto} = w = \gamma_R \gamma_m \lambda_b \beta_b \frac{\gamma_{S2} p_{SF} + \gamma_{W2} p_{WF}}{12 R_y} \left(1 - \frac{s}{2l}\right) s l^2 10^3 \quad [cm^3]$$

$$\begin{aligned} \text{Área seccional neta a cortante} &= A_{Sh} \\ &= 10 \gamma_R \gamma_m \lambda_s \beta_s \frac{\gamma_{S2} p_{SF} + \gamma_{W2} p_{WF}}{R_y} \left(1 - \frac{s}{2l}\right) s l \quad [cm^2] \end{aligned}$$

Donde los factores de seguridad para los refuerzos son:

Partial safety factors covering uncertainties regarding:	Symbol	Yielding check					Buckling check	Ultimate strength check
		General	Sloshing pressure	Impact pressure	Flooding pressure (1)	Testing check		
		(see [3.3] to [3.7])			(see [3.8])	(see [3.9])		
Still water hull girder loads	γ_{S1}	1,00	0	0	1,00	N.A.	1,00	1,00
Wave hull girder loads	γ_{W1}	1,15	0	0	1,15	N.A.	1,15	1,30
Still water pressure	γ_{S2}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	N.A.	1,00
Wave pressure	γ_{W2}	1,20	1,10	1,00	1,05	N.A.	N.A.	1,40
Material	γ_m	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Resistance	γ_R	1,02	1,02	1,02	1,02 (2)	1,20	1,10	1,02

(1) Applies only to ordinary stiffeners to be checked in flooding conditions.
 (2) For ordinary stiffeners of the collision bulkhead, $\gamma_R = 1,25$.
Note 1: N.A. = Not applicable.

Y los coeficientes β_b , β_s , λ_b y λ_s :

Brackets at ends	Bracket lengths	β_b	β_s
0	—	1	1
1	ℓ_b	$\left(1 - \frac{\ell_b}{2\ell}\right)^2$	$1 - \frac{\ell_b}{2\ell}$
2	ℓ_{b1} ; ℓ_{b2}	$\left(1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} - \frac{\ell_{b2}}{2\ell}\right)^2$	$1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} - \frac{\ell_{b2}}{2\ell}$

λ_b : Coefficient taken equal to the greater of the following values:

$$\lambda_b = 1 + 0,2 \frac{\gamma_{S2}(p_{SFd} - p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFD} - p_{Wfu})}{\gamma_{S2}(p_{SFd} + p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFD} + p_{Wfu})}$$

$$\lambda_b = 1 - 0,2 \frac{\gamma_{S2}(p_{SFd} - p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFD} - p_{Wfu})}{\gamma_{S2}(p_{SFd} + p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFD} + p_{Wfu})}$$

λ_s : Coefficient taken equal to the greater of the following values:

$$\lambda_s = 1 + 0,4 \frac{\gamma_{S2}(p_{SFd} - p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFD} - p_{Wfu})}{\gamma_{S2}(p_{SFd} + p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFD} + p_{Wfu})}$$

$$\lambda_s = 1 - 0,4 \frac{\gamma_{S2}(p_{SFd} - p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFD} - p_{Wfu})}{\gamma_{S2}(p_{SFd} + p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFD} + p_{Wfu})}$$

Al no tener soporte en los extremos, β_b y β_s serán iguales a 1.

Con estos cálculos ya se puede dimensionar el refuerzo:

$$w = 1,02 * 1,02 * 1,04 * 1 * \frac{1 * 90,497 + 1,2 * 37,327}{12 * 235} * \left(1 - \frac{0,750}{2 * 3,000}\right) * 0,750$$

$$* 3,000^2 * 10^3 = \mathbf{306,592 \text{ cm}^3}$$

$$A_{Sh} = 10 * 1,02 * 1,02 * 1,08 * 1 * \frac{1 * 90,497 + 1,2 * 37,327}{235} * \left(1 - \frac{0,750}{2 * 3,000}\right) \\ * 0,750 * 3,000 = \mathbf{12,735 \text{ cm}^2}$$

4.10.3. Refuerzo seleccionado

El refuerzo seleccionado será un perfil tipo bulbo de 340x13 mm. Las propiedades del refuerzo son las siguientes:

- $A = 62,24 \text{ cm}^2$.
- $w = 335 \text{ cm}^3$.
- $I = 7.152 \text{ cm}^4$.

4.10.4. Comprobaciones de los refuerzos

Dato	Requerido	Disponible
Espesor del alma[mm]	11,250	13,000
Sección transversal [cm²]	12,735	62,240
Módulo [cm³]	306,592	335,000

4.11. Puntal de entrepuente

Se dimensionará el puntal sobre el que apoya la cubierta inferior en la bodega nº 1. Al estar situado en la bodega más baja será el más requerido.

Según el reglamento (Cap. 7, Sec. 3, [1.1]), para dimensionar las estructuras primarias sometidas a flexión y pandeo para este buque (frigorífico con $L \geq 120$ m) se debe llevar a cabo un modelo de viga tridimensional. Debido al carácter académico de este proyecto, se desarrollará un modelo de viga aislada acorde al especificado en el reglamento.

La sección transversal del puntal será un perfil rectangular hueco.

4.11.1. Espesor mínimo de las chapas del puntal

El acero a usar será acero de resistencia normal (235 N/mm²), con un factor “k” igual a 1 (Cap. 4, Sec. 1, [2.3]).

R_{eH} , in N/mm ²	k
235	1,00
315	0,78
355	0,72
390	0,68

El espesor mínimo de las chapas que forman el puntal (Cap. 7, Sec. 3, [2.1]) será:

$$t_{\text{mínimo}} = 3,7 + 1,8k^{1/2} \text{ [mm]}$$

$$t_{\text{mínimo}} = 3,7 + 1,8 * 1 = \mathbf{5,5 \text{ mm}}$$

La tensión σ_{x1} para el caso de una estructura primaria transversal es igual a cero (Cap. 7, Sec. 3, [3.4]).

4.11.2. Módulo seccional neto y área seccional neta a cortante

El reglamento proporciona unos valores mínimos tanto para el módulo seccional neto “w” como para el área seccional neta a cortante “A_{sh}” considerando la inundación del compartimento (Cap. 7, Sec. 3, [3.8]):

$$w = \gamma_R \gamma_m \lambda_b \beta_b \frac{\gamma_{S2} p_{SF} + \gamma_{W2} p_{WF}}{m R_y} s l^2 10^3 \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$A_{Sh} = 10 \gamma_R \gamma_m \lambda_s \beta_s \frac{\gamma_{S2} p_{SF} + \gamma_{W2} p_{WF}}{R_y} s l \text{ [cm}^2\text{]}$$

Donde los coeficientes son los siguientes:

Partial safety factors covering uncertainties regarding:	Symbol	Yielding check		Buckling check	
		General (see [3.4] to [3.7])	Flooding pressure (1) (see [3.8])	Plate panels (see [6.1])	Pillars (see [6.2] and [6.3])
Still water hull girder loads	γ_{S1}	1,00	1,00	1,00	1,00
Wave hull girder loads	γ_{W1}	1,15	1,15	1,15	1,15
Still water pressure	γ_{S2}	1,00	1,00	1,00	1,00
Wave pressure	γ_{W2}	1,20	1,05	1,20	1,20
Material	γ_m	1,02	1,02	1,02	1,02
Resistance	γ_R	1,02 in general 1,15 for bottom and side girders	1,02 (2)	1,10	for [6.2]: see Tab 13 for [6.3]: 1,15
(1) Applies only to primary supporting members to be checked in flooding conditions					
(2) For primary supporting members of the collision bulkhead, $\gamma_R = 1,25$					

$$\beta_b = \left(1 - \frac{l_{b1}}{2l} - \frac{l_{b2}}{2l}\right)^2$$

$$\beta_s = 1 - \frac{l_{b1}}{2l} - \frac{l_{b2}}{2l}$$

$$\lambda_b = 1 + 0,2 \frac{\gamma_{S2}(p_{SFd} - p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFd} - p_{Wfu})}{\gamma_{S2}(p_{SFd} + p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFd} + p_{Wfu})}$$

$$\lambda_b = 1 - 0,2 \frac{\gamma_{S2}(p_{SFd} - p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFd} - p_{Wfu})}{\gamma_{S2}(p_{SFd} + p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFd} + p_{Wfu})}$$

$$\lambda_s = 1 + 0,4 \frac{\gamma_{S2}(p_{SFd} - p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFd} - p_{Wfu})}{\gamma_{S2}(p_{SFd} + p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFd} + p_{Wfu})}$$

$$\lambda_s = 1 - 0,4 \frac{\gamma_{S2}(p_{SFd} - p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFd} - p_{Wfu})}{\gamma_{S2}(p_{SFd} + p_{SFu}) + \gamma_{W2}(p_{WFd} + p_{Wfu})}$$

Siendo:

- $l = 3,000$ m.
- $l_{b1} = l_{b2} = 10\%$ de “ l ” = $0,300$ m.
- p_{SFd} , p_{SFu} , p_{WFd} , p_{Wfu} : las presiones por aguas tranquilas y las presiones inerciales en las zonas bajas y altas a la altura de la parte más baja y de la más baja, respectivamente, del puntal durante la inundación del compartimento.
- σ_A : esfuerzo axial, en N/mm^2 , obtenido según la fórmula:

$$\sigma_A = 10 \frac{F_A}{A} \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

- F_A : carga axial, en kN, transmitida al puntal, obtenida según la fórmula:

$$F_A = A_D(\gamma_S p_S + \gamma_W p_W) + \sum_{i=1}^N r_i(\gamma_S Q_{i,S} + \gamma_W Q_{i,W}) \quad [kN]$$

- A_D : área, en m², de la porción de cubierta soportada por el puntal.
- r_i : Coeficiente que depende de la posición relativa de cada pilar sobre el considerado, igual a:

$$r_i = 0,9^i, \quad \text{sin tomarse menor que } 0,478$$

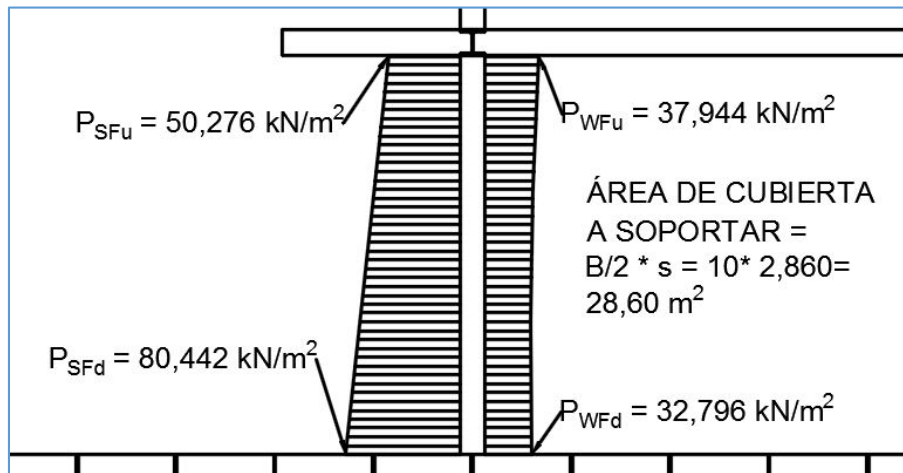


Figura 4. Croquis del puntal.

Los resultados para estos cálculos son los siguientes:

$$w = 1,02 * 1,02 * 1,042 * 1 * \frac{1 * 80,442 + 1,2 * 37,944}{10 * 235} * 0,750 * 3,000^2 * 10^3$$

$$= 393,136 \text{ cm}^3$$

$$A_{Sh} = 10 * 1,02 * 1,02 * 1,021 * 1 * \frac{1 * 80,442 + 1,2 * 37,944}{235} * 0,750 * 3,000$$

$$= 12,827 \text{ cm}^2$$

4.11.3. Perfil seleccionado

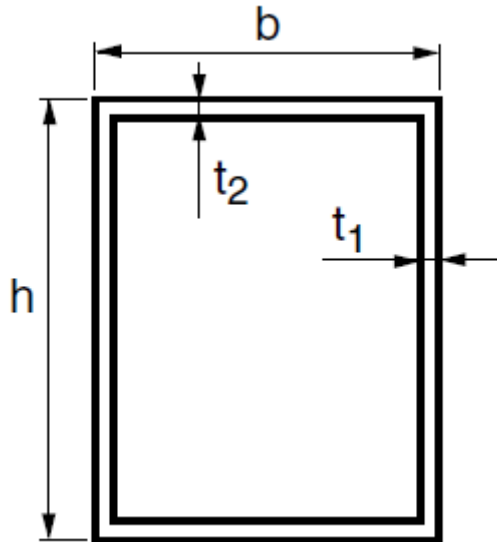
El perfil seleccionado será un perfil rectangular hueco de 180x180x12,5x12,5 mm. Las propiedades del perfil son las siguientes:

- $A = 83,750 \text{ cm}^2$.
- $w = 437,555 \text{ cm}^3$.
- $I = 3.937,995 \text{ cm}^4$.

4.11.4. Comprobaciones de los refuerzos

4.11.4.1. Geometría

Según el reglamento (Cap. 7, Sec. 2, [1.4]), las dimensiones netas del perfil deben cumplir con el siguiente requerimiento:



$$\frac{b}{t_2} \leq 55$$

$$\frac{h}{t_1} \leq 55$$

$$t_1 \geq 5,5 \text{ mm}$$

$$t_2 \geq 5,5 \text{ mm}$$

Para el perfil seleccionado:

$$\frac{b}{t_2} = \frac{180}{12,5} = 14,4 < 55$$

$$\frac{h}{t_1} = \frac{350}{22} = 15,9 < 55$$

$$t_1 = 12,5 \text{ mm} \geq 5,5 \text{ mm}$$

$$t_2 = 12,5 \text{ mm} \geq 5,5 \text{ mm}$$

Por lo tanto, el perfil cumple el requerimiento.

4.11.4.2. Área seccional y módulo

Dato	Requerido	Disponible
Espesor del alma [mm]	5,500	8,500
Sección transversal [cm²]	12,827	83,750
Módulo [cm³]	393,136	437,555

4.12. Refuerzo entre los puntales y las cubiertas

El acero a usar será acero de resistencia normal (235 N/mm²), con un factor $k = 1$ (Cap. 4, Sec. 1, [2.3]).

R_{eH} , in N/mm ²	k
235	1,00
315	0,78
355	0,72
390	0,68

4.12.1. Espesor mínimo del alma

El espesor mínimo del alma (Cap. 7, Sec. 3, [2.1]) será:

$$t_{\text{mínimo}} = 3,7 + 1,8k^{1/2} \text{ [mm]}$$

$$t_{\text{mínimo}} = 3,7 + 1,8 * 1 = \mathbf{5,5 \text{ mm}}$$

El espesor neto de la chapa asociada al panel, según se calculó anteriormente, es de:

$$13 \text{ mm} - 1,75 \text{ mm (corrosión)} = 11,25 \text{ mm}$$

Entonces el **espesor mínimo del alma**, que es el mayor de estos valores, es de **11,25 mm**.

4.12.2. Dimensionamiento de los refuerzos

El módulo neto de la sección “w” y el área seccional neta a cortante “A_{Sh}” de los refuerzos (Cap. 7, Sec. 2, [3.7]) serán:

$$\text{Módulo seccional neto} = w = \gamma_R \gamma_m \beta_b \frac{\gamma_{S2} p_S + \gamma_{W2} p_W}{m(R_y - \gamma_R \gamma_m \sigma_{X1})} s l^2 10^3 \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$\text{Área seccional neta a cortante} = A_{Sh} = 10 \gamma_R \gamma_m \beta_s \frac{\gamma_{S2} p_S + \gamma_{W2} p_W}{R_y} s l \text{ [cm}^2\text{]}$$

Donde los factores de seguridad para los refuerzos son:

Partial safety factors covering uncertainties regarding:	Symbol	Yielding check					Buckling check	Ultimate strength check
		General	Sloshing pressure	Impact pressure	Flooding pressure (1)	Testing check		
		(see [3.3] to [3.7])			(see [3.8])	(see [3.9])		
Still water hull girder loads	γ_{S1}	1,00	0	0	1,00	N.A.	1,00	1,00
Wave hull girder loads	γ_{W1}	1,15	0	0	1,15	N.A.	1,15	1,30
Still water pressure	γ_{S2}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	N.A.	1,00
Wave pressure	γ_{W2}	1,20	1,10	1,00	1,05	N.A.	N.A.	1,40
Material	γ_m	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Resistance	γ_R	1,02	1,02	1,02	1,02 (2)	1,20	1,10	1,02
(1) Applies only to ordinary stiffeners to be checked in flooding conditions.								
(2) For ordinary stiffeners of the collision bulkhead, $\gamma_R = 1,25$.								
Note 1: N.A. = Not applicable.								

Y los coeficientes β_b y β_s :

$$\beta_b = \left(1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} - \frac{\ell_{b2}}{2\ell}\right)^2$$

$$\beta_s = 1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} - \frac{\ell_{b2}}{2\ell}$$

- $s = 0,715$ m.
- $l = 2,860$ m.
- $l_{b1} = l_{b2} = 10\%$ de "l" = $0,286$ m.

4.12.3. Presión p_s

Se dimensionará el refuerzo considerando la presión que soportará la cubierta más baja (4,5 metros sobre LB), ya que este refuerzo estará sometido a las presiones provocadas por las cargas de las bodegas 2, 3 y 4 y por las cargas en cubierta (agua embarcada y transporte de contenedores).

Aplicando un razonamiento similar al del Apartado 4.3, la presión p_s será:

$$p_s = p_{s \text{ cubierta francobordo}} + \text{Presión carga bodegas 2, 3 y 4} = 26,082 + 3 * 20,7 = 88,182 \text{ kN/m}^2$$

Con estos cálculos ya se puede dimensionar el refuerzo:

$$w = 1,02 * 1,02 * 0,81 * 1 * \frac{1 * 88,182 + 1,2 * 0}{10 * (235 - 1,02 * 1,02 * 9,735)} * \left(1 - \frac{0,715}{2 * 2,860}\right) * 0,715 * 2,860^2 * 10^3 = 193,272 \text{ cm}^3$$

$$A_{Sh} = 10 * 1,02 * 1,02 * 0,9 * \frac{1 * 88,182 + 1,2 * 0}{235} * 0,715 * 2,860 = 7,185 \text{ cm}^2$$

4.12.4. Refuerzo seleccionado

El refuerzo seleccionado será un perfil tipo HEB 180. Las propiedades del refuerzo se obtienen de la norma UNE-EN 36524:1994 (ANEXO I):

- $A = 65,3 \text{ cm}^2$.
- $w = 426 \text{ cm}^3$.
- $I = 3.831 \text{ cm}^4$.

4.12.5. Comprobaciones de los refuerzos

Dato	Requerido	Disponible
Espesor del alma[mm]	5,500	8,500
Sección transversal [cm²]	7,185	65,300
Módulo [cm³]	193,272	426,000

5. Comprobación del módulo mínimo e inercia de la cuaderna maestra

Para el cálculo del momento de inercia y módulo de la sección propuesta se programa una hoja de cálculo. La forma de calcular las propiedades de la sección será la siguiente:

- Se listan todos los elementos que contribuyen eficazmente a la resistencia longitudinal.
- Se dispone en una columna el área de cada elemento y en otra la distancia desde la línea base hasta su centro de gravedad. En otra columna se calcula el momento haciendo el producto de las dos anteriores.
- Se obtiene la posición del eje neutro con la expresión:

$$Y_{en} = \frac{\sum A * d}{\sum A}$$

- En otra columna se muestra el momento de inercia de cada elemento sobre el eje horizontal que pasa por su centro de gravedad, obtenido bien de las normas del Anexo I o calculado manualmente para las chapas y los pilares.
- Aplicando Steiner se obtiene el momento de inercia de cada elemento sobre el eje neutro con la expresión:

$$I_{en} = I_{cdg} + A * d^2$$

- La suma de estos momentos de inercia forman la inercia de la sección.

Los valores mínimos de módulo e inercia de la cuaderna maestra se obtienen del reglamento, como se muestra en los apartados siguientes.

5.1. Módulo mínimo

El módulo mínimo (Cap. 6, Sec. 2, [4.2]) no será menor que el mayor de los valores obtenidos con las siguientes fórmulas:

$$Z_{R,MIN} = n_1 C L^2 B (C_B + 0,7) k 10^{-6} \quad [m^3]$$

$$Z_R = \frac{M_{SW} + M_{WV}}{\sigma_{1,ALL}} 10^{-3} \quad [m^3]$$

Siendo:

$$\sigma_{1,ALL} = \frac{175}{k} \quad \text{para } 0,3 \leq \frac{x}{L} \leq 0,7$$

Sustituyendo en ambas ecuaciones los valores correspondientes se consigue:

$$Z_{R,MIN} = 1 * 8,519 * 129,284^2 * 20 * (0,645 + 0,7) * 1 * 10^{-6} = 3,830 \, m^3$$

$$Z_R = \frac{450.000 + 348.846,738}{175} 10^{-3} = 4,565$$

El módulo de la sección propuesta es igual 5,152 m³, cumpliendo con los dos requisitos anteriores.

5.2. Inercia mínima

La inercia mínima de la sección (Cap. 6, Sec. 2, [4.4]) se calcula a partir de la expresión:

$$I_{YR} = 3Z'_{R,MIN}L10^{-2} = 3 * 4,565 * 129,284 * 10^{-2} = 17,705 m^4$$

La inercia de la sección propuesta es igual a 44,156 m⁴, cumpliendo con dicho requisito.

6. Bibliografía

1. *Rules for the Classification of Steel Ships*. Neuilly-sur-Seine Cedex. Buerau Veritas Marine Division, Bureau Veritas, 2013.
2. LAMB, T. *Ship Design and Construction*. Jersey City: The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 2003. ISBN:0-939773-40-6.
3. Norma UNE-EN 10067:1996.
4. Norma UNE-EN 36524:1994.

Anexo I –Normas UNE-EN 10067:1996 y 36524:1994. Tablas de perfiles

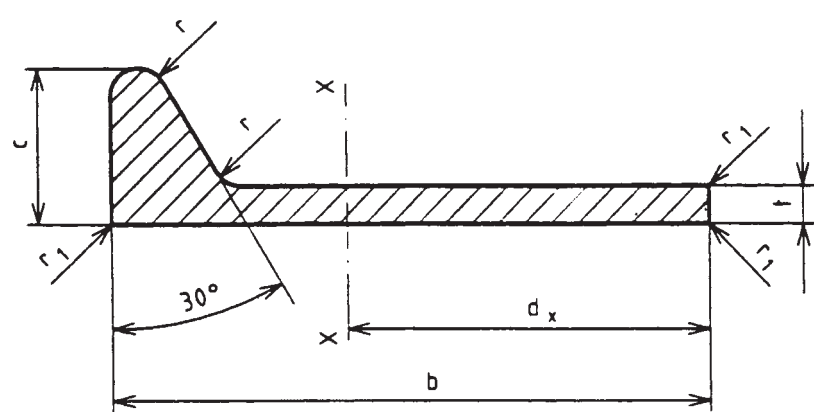


Fig. 1 – Forma de una llanta con bulbo

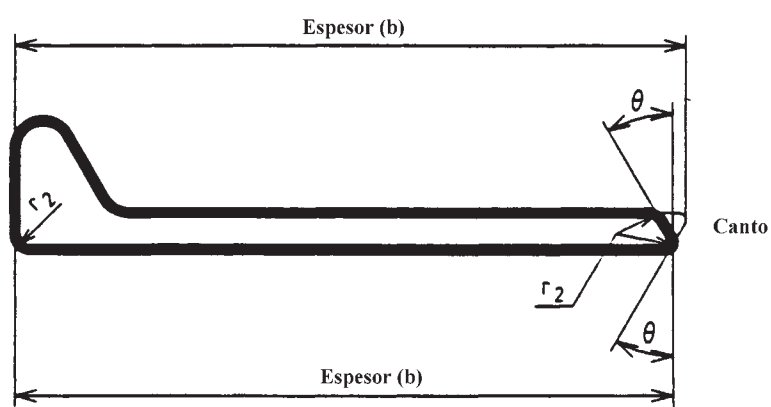


Fig. 2 – Tolerancia para la falta de escuadría del canto

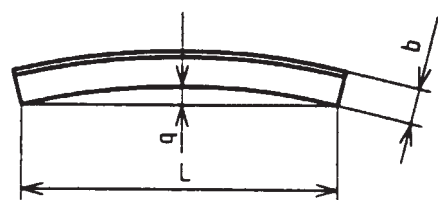


Fig. 3 – Tolerancia de rectitud

Tabla 1
Dimensiones, secciones transversales, masa por unidad de longitud, superficies laterales
y características geométricas de las llantas con bulbo

Dimensión nominal	Dimensiones para				Sección transversal	Masa/Ud, de longitud	Superficie lateral	Distancia al centro de gravedad	Características geométricas respecto al eje x-x	
	b (mm)	t (mm)	c (mm)	r (mm)	A cm ²	G kg/m	U m ² /m	d _x cm	I _x cm ⁴ momento de inercia	W _x cm ³ módulo elástico
80 × 5 80 × 6	80	5 6	14	4	5,41 6,21	4,25 4,88	0,189 0,191	4,9 4,78	33,87 38,7	6,91 8,1
100 × 7 100 × 8	100	7 8	15,5	4,5	8,74 9,74	6,86 7,65	0,236 0,238	5,87 5,78	85,3 94,3	14,5 16,3
120 × 6 120 × 7 120 × 8	120	6 7 8	17	5	9,32 10,52 11,72	7,32 8,26 9,2	0,276 0,278 0,28	7,21 7,07 6,96	133 149 165	18,5 21 23,6
140 × 7 140 × 8 140 × 10	140	7 8 10	19	5,5	12,43 13,83 16,63	9,75 10,85 13,05	0,32 0,322 0,326	8,32 8,18 7,99	241 266 315	29 32,5 39,5
160 × 7 160 × 8 160 × 9 160 × 11	160	7 8 9 11	22	6	14,6 16,2 17,8 21	11,46 12,72 13,97 16,49	0,365 0,367 0,369 0,373	9,66 9,5 9,37 9,16	373 411 449 522	38,6 43,3 47,9 57
180 × 8 180 × 9 180 × 10 180 × 11	180	8 9 10 11	25	7	18,86 20,66 22,46 24,26	14,8 16,22 17,63 19,04	0,411 0,413 0,415 0,417	10,89 10,73 10,59 10,47	609 664 717 770	55,9 61,8 67,7 73,5
200 × 9 200 × 10 200 × 11 200 × 12	200	9 10 11 12	28	8	23,66 25,66 27,66 29,66	18,57 20,14 21,71 23,28	0,457 0,459 0,461 0,463	12,12 11,96 11,82 11,69	942 1 017 1 091 1 164	77,7 85,1 92,3 99,5
220 × 10 220 × 11 220 × 12	220	10 11 12	31	9	29 31,2 33,4	22,77 24,5 26,22	0,503 0,506 0,507	13,35 13,19 13,04	1 396 1 496 1 595	105 114 122
240 × 10 240 × 11 240 × 12	240	10 11 12	34	10	32,49 34,89 37,29	25,5 27,39 29,27	0,547 0,549 0,551	14,77 14,58 14,42	1 865 1 997 2 127	126 137 148
260 × 10 260 × 11 260 × 12	260	10 11 12	37	11	36,11 38,71 41,31	28,35 30,39 32,43	0,591 0,593 0,596	16,22 16 15,81	2 434 2 605 2 774	150 163 175
280 × 11 280 × 12 280 × 13	280	11 12 13	40	12	42,68 45,48 48,28	33,5 35,7 37,9	0,637 0,639 0,641	17,44 17,23 17,04	3 333 3 647 3 757	191 206 221
300 × 11 300 × 12 300 × 13	300	11 12 13	43	13	43,78 49,79 52,79	36,7 39,09 41,44	0,681 0,683 0,685	18,9 18,7 18,45	4 192 4 459 4 722	222 239 256
320 × 12 320 × 13 320 × 14	320	12 13 14	46	14	54,25 57,45 60,85	42,6 45,09 47,6	0,728 0,73 0,732	20,12 19,89 19,68	5 525 5 849 6 168	275 294 313

(Continúa)

Tabla 1 (*Fin*)

Dimensión nominal	Dimensiones para				Sección transversal	Masa/Ud, de longitud	Superficie lateral	Distancia al centro de gravedad	Característica geométricas respecto al eje x-x	
	b (mm)	t (mm)	c (mm)	r (mm)	A cm ²	G kg/m	U m ² /m	d _x cm	I _x cm ⁴ momento de inercia	W _x cm ³ módulo elástico
340 × 12	340	12	49	15	58,84	46,2	0,772	21,69	6 757	313
340 × 13		13			62,24	48,86	0,774	21,34	7 152	335
340 × 14		14			65,54	51,5	0,776	21,1	7 540	357
370 × 13	370	13	53,5	16,5	69,7	54,7	0,84	23,54	9 469	402
370 × 14		14			73,4	57,6	0,842	23,29	9 980	429
370 × 15		15			77,1	60,5	0,844	23,06	10 483	456
400 × 14	400	14	58	18	81,48	63,96	0,908	25,49	12 924	507
400 × 15		15			85,48	67,1	0,91	25,24	13 573	538
400 × 16		16			89,49	70,2	0,912	25	14 211	568
430 × 14	430	14	62,5	19,5	89,7	70,6	0,975	27,7	16 460	594
430 × 15		15			94,19	73,9	0,976	27,46	17 249	629
430 × 17		17			102,79	80,7	0,98	26,95	18 853	700
430 × 19		19			111,39	87,4	0,984	26,53	20 413	770
430 × 20		20			115	90,8	0,986	26,3	21 180	804

Tabla 1

Designación abreviada	Medidas mm					A cm ²	m kg/m	Momento de inercia		Módulo resistente cm ³		Radio de giro cm	
	h	b	s	t	r			I _x	I _y	W _x	W _y	i _x	i _y
HEA 100	96	100	5	8	12	21,2	16,7	349	134	73	27	4,06	2,51
HEB 100	100	100	6	10	12	26,0	20,4	450	167	90	33	4,16	2,53
HEM 100	120	106	12	20	12	53,2	41,8	1 143	399	190	75	4,63	2,74
HEA 120	114	120	5	8	12	25,3	19,9	606	231	106	38	4,89	3,02
HEB 120	120	120	6,5	11	12	34,0	36,7	864	318	144	53	5,04	3,06
HEM 120	140	126	12,5	21	12	66,4	52,1	2 018	703	288	112	5,51	3,25
HEA 140	133	140	5,5	8,5	12	31,4	24,7	1 033	389	155	56	5,73	3,52
HEB 140	140	140	7	12	12	43,0	33,7	1 509	550	216	79	5,93	3,58
HEM 140	160	146	13	22	12	80,6	63,2	3 291	1 144	411	157	6,39	3,77
HEA 160	152	160	6	9	15	38,8	30,4	1 673	616	220	77	6,57	3,98
HEB 160	160	160	8	13	15	54,3	42,6	2 492	889	311	111	6,78	4,05
HEM 160	180	166	14	23	15	97,1	76,2	5 098	1 759	566	212	7,25	4,26
HEA 180	171	180	6	9,5	15	45,3	35,5	2 510	925	294	103	7,45	4,52
HEB 180	180	180	8,5	14	15	65,3	51,2	3 831	1 363	426	151	7,66	4,57
HEM 180	200	186	14,5	24	15	113,3	88,9	7 483	2 580	748	277	8,13	4,77
HEA 200	190	200	6,5	10	18	53,8	42,3	3 692	1 336	389	134	8,28	4,98
HEB 200	200	200	9	15	18	78,1	61,3	5 696	2 003	570	200	8,54	5,07
HEM 200	220	206	15	25	18	131,1	103	10 642	3 651	967	354	9,00	5,27
HEA 220	210	220	7	11	18	64,3	50,5	5 410	1 955	515	178	9,17	5,51
HEB 220	220	220	9,5	16	18	91,0	71,5	8 091	2 843	736	258	9,43	5,59
HEM 220	240	226	15,5	26	18	149,4	117	14 605	5 012	1 220	444	9,89	5,79
HEA 240	230	240	7,5	12	21	76,8	60,3	7 763	2 769	675	231	10,1	6,00
HEB 240	240	240	10	17	21	106,0	83,2	11 259	3 923	938	327	10,3	6,08
HEM 240	270	248	18	32	21	199,6	157	24 289	8 153	1 800	657	11,0	6,39
HEA 260	250	260	7,5	12,5	24	86,6	68,2	10 455	3 668	836	228	11,0	6,50
HEB 260	260	260	10	17,5	24	118,4	93,0	14 919	5 135	1 150	395	11,2	6,58
HEM 260	290	268	18	32,5	24	219,6	172	31 307	10 449	2 160	780	11,9	6,90
HEA 280	270	280	8	13	24	97,3	76,4	13 673	4 763	1 010	340	11,9	7,00
HEB 280	280	280	10,5	18	24	131,4	103	19 270	6 595	1 380	471	12,1	7,09
HEM 280	310	288	18,5	33	24	240,2	189	39 547	13 163	2 500	914	12,8	7,40

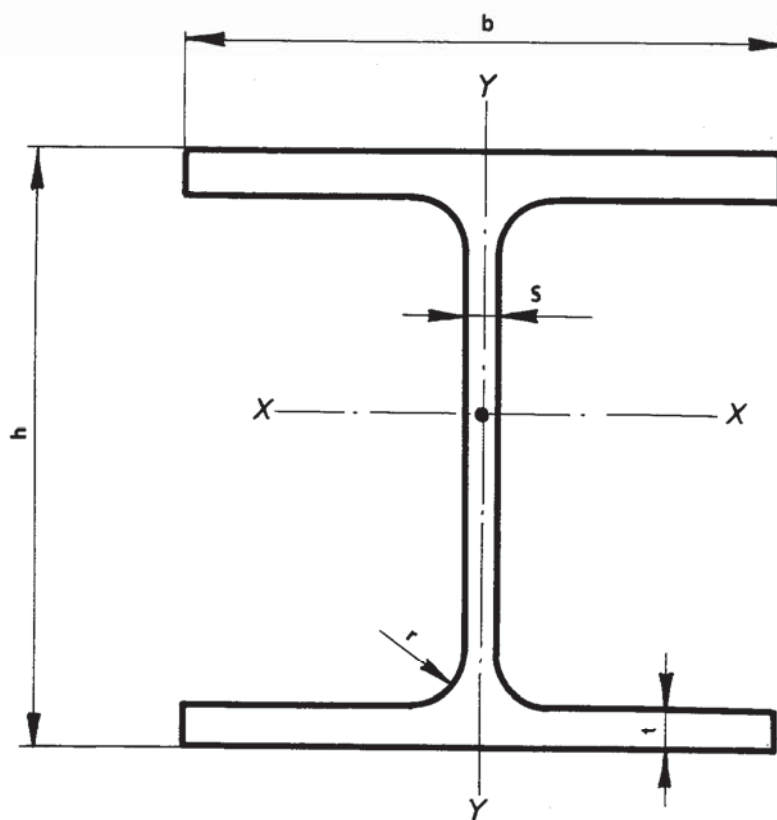
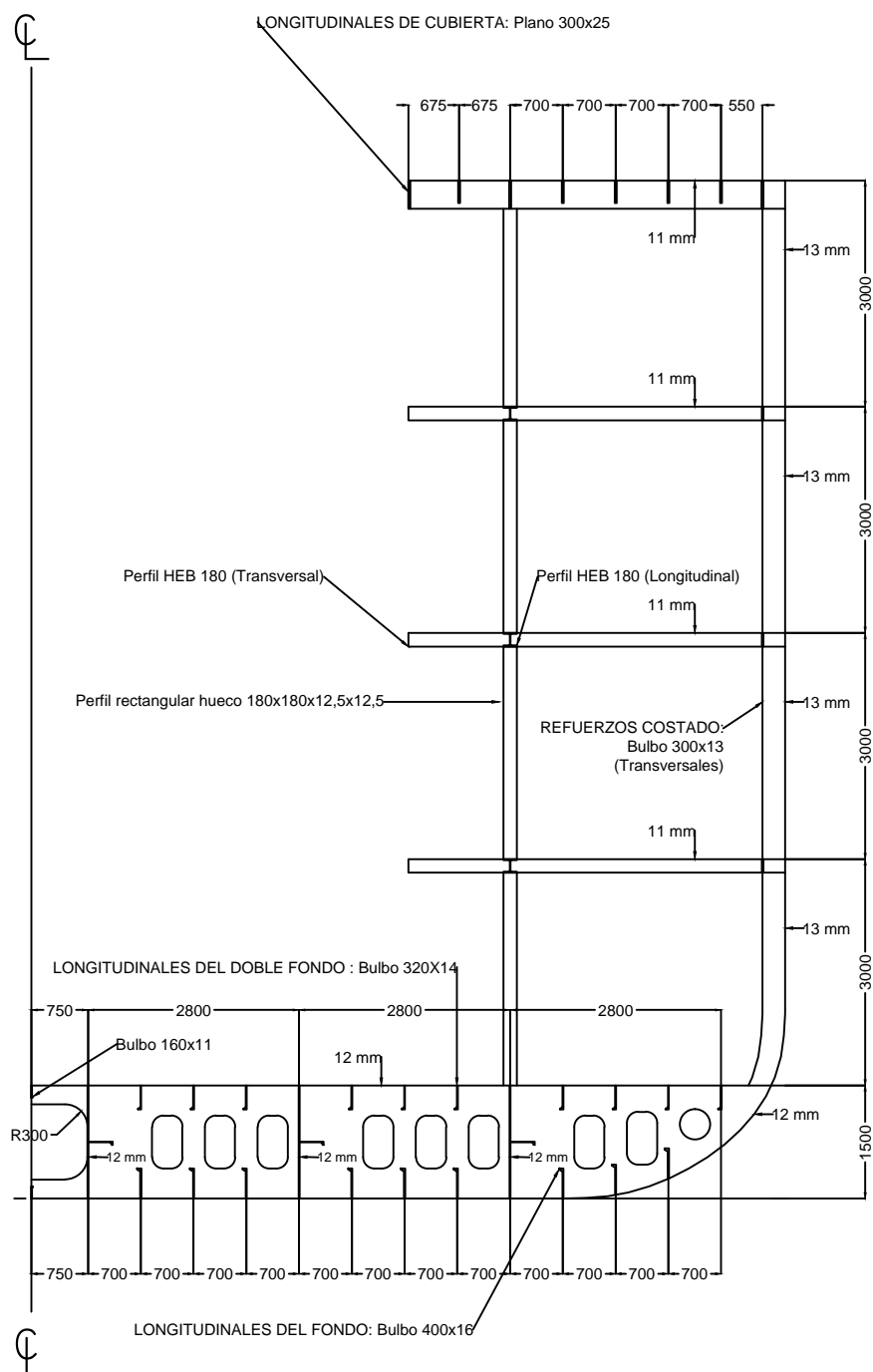


Figura 1

Anexo II – Cuaderna maestra



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

Gabriel Pérez López

CUADERNA MAESTRA

FERROL,
Junio de 2014

ESCALA

1:100

PLANO 01/01

CUADERNO 9

FRANCOBORDO Y ARQUEO

BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³



Proyecto nº 13-510

Grado en Arquitectura Naval

Gabriel Pérez López



ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

PROYECTO FIN DE GRADO

CURSO 2.013-2.014

PROYECTO NÚMERO 13-510

TIPO DE BUQUE: BUQUE DE CARGA FRIGORÍFICO

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS.
SOLAS. MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Capacidad de carga de 400.000 FT3. Carga Refrigerada y carga congelada 54 TEUS SOBRE CUBIERTA PARA CARGA CONGELADA

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 17 nudos al calado de trazado con el motor al 85 % MCR y 15% de margen de mar. Autonomía 6.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Dos grúas géminis de 8T a 15 metros para pallets y carga refrigerada.

PROPULSIÓN: Motor/es diésel acoplado/s a una/s línea/s de ejes.

TRIPULACIÓN: 12 Personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Hélice en proa.

Ferrol, Septiembre de 2.013

ALUMNO: D. GABRIEL PEREZ LOPEZ

Contenido

1. Introducción	2
2. Arqueo.....	3
2.1. Arqueo bruto	3
2.2. Arqueo neto	3
3. Francobordo	4
3.1. Regla 27. Tipos de buques.....	4
3.2. Regla 28. Francobordo tabular.....	4
3.3. Regla 29. Corrección al francobordo para buques de eslora inferior a 100 m	5
3.4. Regla 30. Corrección por coeficiente de bloque	5
3.5. Regla 31. Corrección por puntal.....	5
3.6. Regla 32. Corrección por posición de la línea de cubierta	5
3.7. Regla 32-1. Corrección por nicho en la cubierta de francobordo	5
3.8. Regla 33. Altura normal de superestructuras	6
3.9. Reglas 34 y 35. Longitud de las superestructuras. Longitud efectiva de las superestructuras	6
3.10. Regla 36. Troncos	6
3.11. Regla 37. Reducción por superestructuras y troncos.....	6
3.12. Regla 38. Arrufo.....	7
3.13. Regla 39. Altura mínima de proa y flotabilidad de reserva.....	8
3.14. Resumen de correcciones	9
3.15. Regla 40. Francobordos mínimos.....	9
4. Bibliografía	10
Anexo I – Plano francobordo.....	11

1. Introducción

El objetivo de este cuaderno es calcular el francobordo y el arqueo del buque en proyecto, que tiene las siguientes características principales:

- L_{PP}: 128 m.
- B: 20 m.
- D: 13,5 m.
- T_{Diseño}: 7,071 m.
- C_B: 0,60
- Velocidad: 17 nudos
- Autonomía: 6.000 millas
- Peso en rosca: 6.300 tn.
- Peso muerto de diseño (carga de plátanos): 5.771,488 tn.
- Desplazamiento de diseño: 12.071,488 tn.
- Tripulación: 12 personas
- Volumen de bodegas: 400.000 ft³.
- Grúas: 2 grúas Géminis de 8 tn. a 15 metros.
- Pot. MP: 9.600 kW
- Pot. Aux.: 1.500 kW (PTO) + 2 x 1.000 kW

2. Arqueo

2.1. Arqueo bruto

Para el arqueo bruto se tendrán en cuenta todos los espacios cerrados del buque calculando el volumen del casco. Para el cálculo se usa la fórmula:

$$GT = K_1 * V$$

Donde:

$$K_1 = 0,2 + 0,02 * \log V$$

Utilizando el programa MaxSurf Modeler, se obtiene un volumen total de 26.950 m³.

$$K_1 = 0,2 + 0,02 * \log 26950 = 0,289$$

$$GT = 0,28 * 26950 = 7.779$$

2.2. Arqueo neto

Para el cálculo del arqueo neto se emplea la fórmula:

$$NT = K_2 * V_{carga} * \left(\frac{4d}{3D}\right)^2 + K_3 * \left(N_1 + \frac{N_2}{10}\right)$$

Donde:

$$K_2 = 0,2 + 0,02 * \log V_{carga}$$

$$K_3 = 1,25 * \frac{GT + 10.000}{10.000}$$

- d = calado de trazado en el centro del buque, expresado en metros.
- D = puntal de trazado en el centro del buque, expresado en metros.
- N₁ = número de pasajeros en camarotes que no tengan más de ocho literas.
- N₂ = número de los demás pasajeros.

Para este buque tanto N₁ como N₂ tienen un valor igual a cero.

El volumen de carga total se ha calculado anteriormente en el Cuaderno 4 de este proyecto, con un valor de 12.172,618 m³.

$$K_2 = 0,2 + 0,02 * \log 12.172,618 = 0,282$$

$$K_3 = 1,25 * \frac{7779 + 10.000}{10.000} = 2,222$$

- El factor $(4d/3D)^2$ no se tomará superior a 1:

$$\left(\frac{4 * 7,071}{3 * 13,5}\right)^2 = 0,488$$

- El término $K_2 V_{\text{Carga}} (4d/3D)^2$ no se tomará inferior a $0,25 * GT$:

$$0,282 * 12.172,618 * \left(\frac{4 * 7,071}{3 * 13,5}\right)^2 = 1.672,454$$

$$0,25 * GT = 0,25 * 7.779 = 1.944,750$$

Como este segundo término es mayor, será el que se utilice.

$$NT = 1.944,75 + 2,222 * \left(0 + \frac{0}{10}\right) = 1.944,75$$

- NT no se tomará inferior a $0,30 * GT$:

$$0,30 * GT = 0,30 * 7779 = 2.333,7$$

Como este cálculo es mayor, el **NT definitivo será igual a 2.334**.

3. Francobordo

La cubierta de francobordo considerada es la cubierta principal, a 13,500 m sobre la línea base. De la flotación al 85% del puntal mínimo de trazado se obtiene la perpendicular de proa y las esloras en la flotación y entre perpendiculares. La eslora de francobordo es la mayor entre el 96% de la eslora total en la flotación y la eslora entre perpendiculares:

Dato solicitado	Medida
Manga de trazado (B) [m]	20,000
Puntal mínimo de trazado [m]	13,500
85% del puntal mínimo de trazado [m]	11,475
Espesor de la cubierta de francobordo en el costado [mm]	10,000
Puntal de francobordo (D) [m]	13,510
Eslora total en la flotación al 85% del puntal [m]	135,139
Eslora entre perpendiculares en la flotación al 85% del puntal [m]	131,007
Eslora de francobordo (L) [m]	131,007
Volumen sin apéndices al 85% del puntal [m ³]	20.043,068
Coefficiente de bloque	0,667

3.1.Regla 27. Tipos de buques

Este buque es de tipo B.

3.2.Regla 28. Francobordo tabular

El francobordo tabular se obtiene por interpolación lineal de las tablas:

Eslora L	Francobordo
131	1921
131,007	1922
132	1940

Por lo tanto, el francobordo tabular para este buque será de 1922 mm.

3.3.Regla 29. Corrección al francobordo para buques de eslora inferior a 100 m

Esta corrección no es aplicable, dado que la eslora de francobordo del buque es mayor que 100 m.

3.4.Regla 30. Corrección por coeficiente de bloque

Esta corrección tampoco es aplicable porque el coeficiente de bloque del buque es menor a 0,68.

3.5.Regla 31. Corrección por puntal

Cuando D exceda de $L/15$, el francobordo se aumentará en $\left(D - \frac{L}{15}\right) * R$ [mm], siendo $R = \frac{L}{0,48}$ para esloras inferiores a 120 m y 250 para esloras de 120 m o mayores.

Dato	Medida
D [m]	13,510
L/15 [m]	8,734
R	250
Corrección	1195

3.6.Regla 32. Corrección por posición de la línea de cubierta

Esta corrección no es aplicable.

3.7.Regla 32-1. Corrección por nicho en la cubierta de francobordo

Esta corrección tampoco es aplicable.

3.8.Regla 33. Altura normal de superestructuras

La altura normal de una superestructura para este buque se indica en la tabla siguiente:

Cubierta de saltillo [m]	Todas las demás superestructuras [m]
1,80	2,30

3.9.Reglas 34 y 35. Longitud de las superestructuras. Longitud efectiva de las superestructuras

Superestructura	Eslora (S)	Manga de la superestructura (b)	Manga del buque (Bs)	Altura de la superestructura	Longitud efectiva (E)
Castillo	36,000	20,000	20,000	3,000	44,200

	Longitud efectiva total de superestructuras y troncos										
	0	0,1L	0,2L	0,3L	0,4L	0,5L	0,6L	0,7L	0,8L	0,9L	1L
Porcentaje de reducción para todos los tipos de superestructuras	0	7	14	21	31	41	52	63	75,3	87,7	100

3.10. Regla 36. Troncos

Esta corrección no es aplicable ya que este buque no presenta un tronco u otra construcción análoga que se extienda de banda a banda en la zona central del buque.

3.11. Regla 37. Reducción por superestructuras y troncos

Cuando la longitud efectiva de superestructuras y troncos sea igual a 1 L, la reducción del francobordo será de 350 mm para 24 m de eslora del buque, 860 mm para 85 m de eslora y 100 mm para 122 m de eslora y esloras superiores. Las reducciones correspondientes a esloras intermedias se obtendrán por interpolación lineal.

Cuando la longitud efectiva de superestructuras y troncos sea inferior a 1 L, la reducción será un porcentaje obtenido de la tabla siguiente:

Los porcentajes correspondientes a longitudes intermedias de superestructuras y troncos se obtendrán por interpolación lineal.

$$\text{Reducción} = 0,192 * 1070 = 206 \text{ mm}$$

Dato	Medida
Eslora de superestructuras [m]	36,000
Eslora de troncos [m]	0,000
Eslora efectiva (E) [m]	36,000
Eslora efectiva (E) [% L]	27,479
Deducción para 1L [mm]	1070

E	%
0,2	14
0,2748	19,236
0,3	21

3.12. Regla 38. Arrufo

El arrufo es medido en la cubierta de francobordo, puesto que la superestructura no es corrida de proa a popa, que es una cubierta sin arrufo y por tanto corrige por defecto de arrufo.

Perfil de arrufo normal			
Sección	Ordenada	Factor	Producto
Perpendicular de popa (AP)	1342	1	1342
1/6 L desde A.P.	596	3	1788
1/3 L desde A.P.	150	3	450
Sección central	0	1	0
Sección central	0	1	0
1/3 L desde F.P.	301	3	903
1/6 L desde F.P.	1191	3	3573
Perpendicular de proa (FP)	2683	1	2683
			Arrufo de popa 3580
			Arrufo de proa 7159

Correcciones por arrufo permitidas en proa y popa	
Producto de popa [mm]	-3580
Producto de proa [mm]	-7159

Suplemento de arrufo por castillo o toldilla

	Real	Estándar	Diferencia	s
Castillo	3000	2300	0	64
Toldilla	0	2300	-2300	0

Variación de arrufo en popa	-447
Variación de arrufo en proa	-830
Variación de arrufo	-638

- Eslora total de superestructuras cerradas (S1) [m]: 36,000
- Extensión de superestructuras en el centro del buque [% L]: 0,00
- Factor: 0,6126

- Corrección: 391 mm

La corrección al francobordo por arrufo será de **391 mm**.

3.13. Regla 39. Altura mínima de proa y flotabilidad de reserva

La altura de proa (F_b), definida como la distancia vertical en la perpendicular de proa entre la línea de flotación correspondiente al francobordo de verano asignado y al asiento proyectado y la parte superior de la cubierta de intemperie en el costado, no será inferior a:

$$F_b = \left((6075(L/100) - 1875(L/100)^2 + 200(L/100)^3) \right. \\ \left. * (2,08 + 0,609C_b - 1,603C_{wf} - 0,0129(L/d_1)) \right)$$

Siendo:

- F_b : la altura mínima de proa calculada, en mm.
- L : la eslora definida en la Regla 3, en m.
- B : la manga de trazado definida en la Regla 3, en m.
- d_1 : el calado al 85% del puntal D , en m.
- C_b : el coeficiente de bloque definido en la Regla 3.
- C_{wf} : el coeficiente del área de la flotación a proa de $L/2$

$$C_{wf} = A_{wf} / \{(L/2) * B\}$$

- A_{wf} : el área de la flotación a proa de $L/2$ para el calado d_1 , en m² (ver Anexo I).

Cálculo	Valor
A_{wf} [m ²]	1.119,403
C_{wf}	0,8545
F_b [mm]	5030

- Puntal en proa: 16,510 m.
- Altura mínima de proa 3110 mm.
- Francobordo en agua salada :3714 mm
- **Corrección: 0 mm**

Este buque tiene una flotabilidad de reserva en el extremo proel suficiente, ya que el área proyectada en la zona de proa es mayor que el área mínima requerida en el Convenio, por lo que no es necesaria una corrección adicional (ver Anexo I)..

Área mínima proyectada (m ²)	Área proyectada real (m ²)
89,380	98,747

3.14. Resumen de correcciones

Regla	Corrección (mm)
R.28	1922
R.29	---
R.30	---
R.31	1195
R.32	---
R.32-1	---
R.37	-206
R.38	391
R.39-1	0
R.39-2	0
SUMA	3302

- **Francobordo mínimo de verano: 3302 mm.**
- **Calado máximo de verano: 10208 mm.**
- Calado máximo de escantillonado: 9500 mm
- Calado máximo de estabilidad: 9500 mm.

Como el calado máximo de escantillonado es menor que el calado máximo de verano, el calado de verano será el de escantillonado.

3.15. Regla 40. Francobordos mínimos

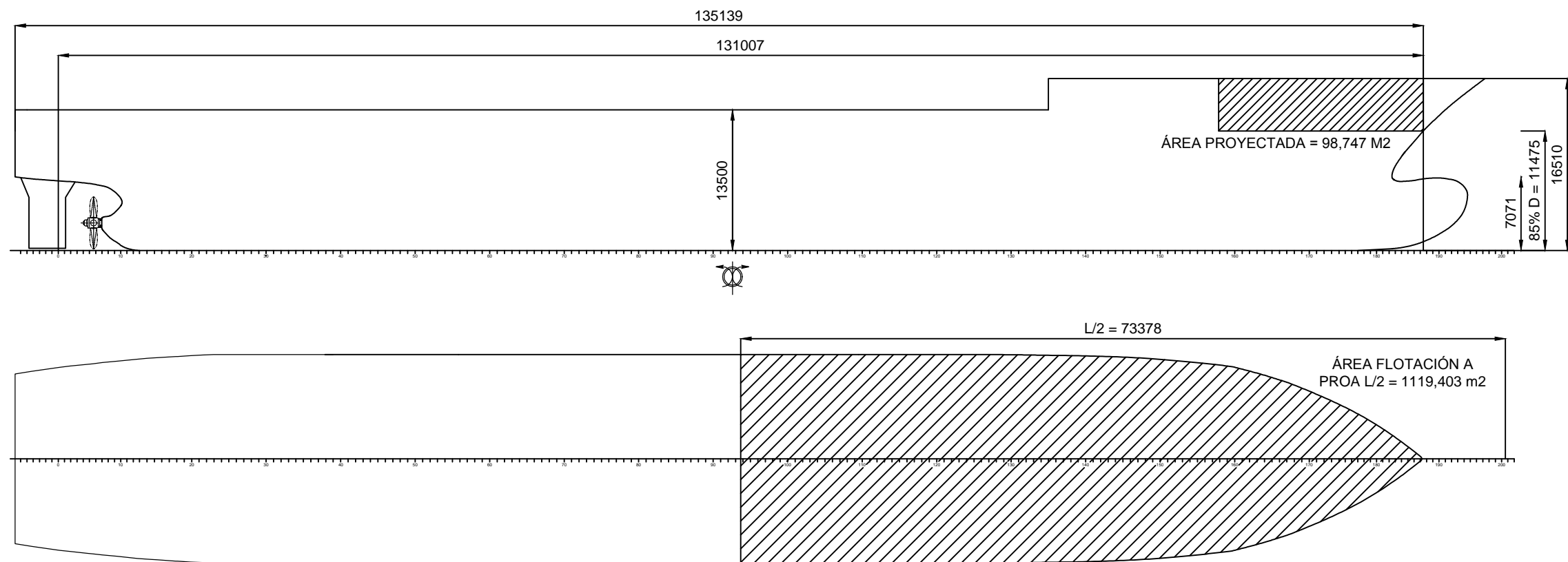
Francobordo desde la línea de cubierta (mm)	
Agua dulce	3284
Tropical	4010
Verano	4010
Invierno	4208

Líneas de carga. Situación respecto a la del verano	
Agua dulce	726 mm sobre la de verano
Tropical	0 mm sobre la de verano
Verano	El canto alto de la línea pasa por el centro del anillo
Invierno	198 mm bajo la de verano

4. Bibliografía

1. *Convenio Internacional sobre Líneas de Carga de 1966 y Protocolo de 1988 (enmendado por la Resolución MSC. 143 (77) y anteriores)*. Dirección General de la Marina Mercante, Ministerio de Fomento. Madrid, 2004.
2. *Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques 1969*. Organización Marítima Internacional. Londres, 1970. ISBN: 92-801-1310-2.

Anexo I – Plano francobordo



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

"PROYECTO Nº 13-510 - BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³"

El alumno:

Gabriel Pérez López

FRANCOBORDO

FERROL,
 Junio de 2014

ESCALA
 1:500

PLANO 01/01

CUADERNO 13

PRESUPUESTO

BUQUE FRIGORÍFICO DE 400.000 FT³



Proyecto nº 13-510

Grado en Arquitectura Naval

Gabriel Pérez López



ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

PROYECTO FIN DE GRADO

CURSO 2.013-2.014

PROYECTO NÚMERO 13-510

TIPO DE BUQUE: BUQUE DE CARGA FRIGORÍFICO

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS.
SOLAS. MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Capacidad de carga de 400.000 FT3. Carga Refrigerada y carga congelada 54 TEUS SOBRE CUBIERTA PARA CARGA CONGELADA

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 17 nudos al calado de trazado con el motor al 85 % MCR y 15% de margen de mar. Autonomía 6.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Dos grúas géminis de 8T a 15 metros para pallets y carga refrigerada.

PROPULSIÓN: Motor/es diésel acoplado/s a una/s línea/s de ejes.

TRIPULACIÓN: 12 Personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Hélice en proa.

Ferrol, Septiembre de 2.013

ALUMNO: D. GABRIEL PEREZ LOPEZ

Contenido

1.	Introducción	3
2.	Coste de construcción	4
2.1.	Equipos materiales y gastos directos	4
2.1.1.	Concepto 1. Casco	4
2.1.2.	Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones	8
2.1.3.	Concepto 3. Maquinaria auxiliar de cubierta	14
2.1.4.	Concepto 4. Instalación propulsora	15
2.1.5.	Concepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión	16
2.1.6.	Concepto 6. Cargos y respetos	20
2.1.7.	Concepto 7. Instalaciones especiales	20
2.1.8.	Resumen	22
2.2.	Mano de obra	25
2.2.1.	Concepto 1. Casco	25
2.2.2.	Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones	26
2.2.3.	Concepto 3. Maquinaria auxiliar de cubierta	29
2.2.4.	Concepto 4. Instalación propulsora	30
2.2.5.	Concepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión	31
2.2.6.	Concepto 6. Cargos, pertrechos y respetos	34
2.2.7.	Concepto 7. Instalaciones especiales	34
2.2.8.	Coste de la mano de obra	35
2.2.9.	Resumen	36
2.3.	Coste de construcción	39
2.4.	Beneficio industrial	39
2.5.	Coste total	39
2.5.1.	Justificación del coste total	39
3.	Evaluación económica del proyecto	40
3.1.	Escenario	40
3.1.1.	Definición de la ruta	40
3.1.2.	Flete	41
3.2.	Esquema de pagos	41
3.3.	Gastos operativos anuales	41
3.3.1.	Valor actual del buque (VAB)	41

3.3.2.	Valor contable del buque (VCB)	42
3.3.3.	Gastos fijos directos	42
3.3.4.	Gastos variables directos	42
3.3.5.	Resumen de los gastos operativos anuales.....	43
3.4.	Amortizaciones.....	45
3.5.	Cash Flow del proyecto	46
3.5.1.	Cash Flow del proyecto sin financiar.....	46
3.5.2.	Cash Flow del proyecto financiado	48
4.	Bibliografía	50

1. Introducción

En este cuaderno se calcula el presupuesto para el buque en proyecto, que tiene las siguientes características principales:

- L_{PP}: 128 m.
- B: 20 m.
- D: 13,5 m.
- T_{Diseño}: 7,071 m.
- C_B: 0,60
- Velocidad: 17 nudos
- Autonomía: 6.000 millas
- Peso en rosca: 6.300 tn.
- Peso muerto de diseño (carga de plátanos): 5.771,488 tn.
- Desplazamiento de diseño: 12.071,488 tn.
- Tripulación: 12 personas
- Volumen de bodegas: 400.000 ft³.
- Grúas: 2 grúas Géminis de 8 tn. a 15 metros.
- Pot. MP: 9.600 kW
- Pot. Aux.: 1.500 kW (PTO) + 2 x 1.000 kW

2. Coste de construcción

El coste de construcción presupuestado estará dividido en las siguientes partidas:

- Equipos, materiales y gastos directos
- Mano de obra
- Gastos generales del armador
- Beneficio industrial

Las fórmulas estimativas de cada partida se obtendrán del libro “*Proyectos de Buques y Artefactos. Criterios de Evaluación Técnica y Económica del Proyecto de un Buque*”, del profesor D. Fernando Junco Ocampo.

2.1. Equipos materiales y gastos directos

2.1.1. Concepto 1. Casco

2.1.1.1. Acero laminado

Se supone un coste por tonelada de acero de 475 €/tn con un recargo medio de 55 € por la utilización de aceros especiales B, C, D y E, requeridos para la construcción de espacios refrigerados. Por lo tanto:

- Coste por tonelada de acero = $475 + 55 = 530$ €/tn.
- Peso de acero neto (Cuaderno 2) = 3.309 tn.
- Peso de acero bruto (incl. recortes y sobrantes) = $3.309 * 1,12 = 3.707$ tn.
- **Coste acero laminado = $530 * 3.707 = 1.964.710$ €**

2.1.1.2. Resto de materiales del casco

El coste se estima mediante la fórmula:

$$C_{MC} = 4 * L_{Escantillonado} * T_{Escantillonado} = 4 * 129,284 * 9,500 = \mathbf{4.912,79 \text{ €}}$$

2.1.1.3. Timón y accesorios

El coste del timón y sus accesorios se estima con la fórmula:

$$C_{Timón} = 40 * L_{Timón}^2 * H_{Timón}$$

Las dimensiones del timón son las correspondientes al Cuaderno 6 de este proyecto:

- $L_{Timón} = 3,500$ m.
- $H_{Timón} = 4,900$ m.

$$C_{\text{Timón}} = 40 * 3,5^2 * 4,9 = \mathbf{2.401 \text{ €}}$$

2.1.1.4. *Materiales auxiliares de construcción del casco*

Se estima en 50 € por tonelada de acero estructural:

- $C_{\text{MA}} = 3.309 * 50 = \mathbf{165.450 \text{ €}}$

2.1.1.5. *Preparación de superficies*

Los costos unitarios para este subconcepto son:

- Coste de imprimación = 2 €/m².
- Coste de granallado de superficies exteriores = 8 €/m².
- Coste de granallado de superficies interiores = 15 €/m².

La superficie de obra viva y obra muerta se calculan utilizando el diseño del buque desarrollado con el programa Maxsurf Modeler:

- Superficie obra viva = 3.181,790 m².
- Superficie obra muerta = 2.237,483 m².

La superficie de la superestructura se obtiene de la disposición general del buque, empleando el programa AutoCAD y su herramienta de consulta de áreas:

- Superficie superestructura = 840,000 m².

Y la superficie del timón se calcula teniendo en cuenta sus dimensiones:

- Superficie timón = 34,300 m².

El total de las superficies externas del buque es de 6.293,573 m².

Las superficies internas se estiman por la suma:

Superficies internas

$$= \text{Superficie externa} + 2 * \text{Superficie de los mamparos} + 2 * \text{Superficie cubiertas}$$

Las superficies a considerar son las siguientes:

Elemento	Superficie (m ²)
Cubierta doble fondo	1.368,122
Cubierta baja	1.684,744
Cubierta inferior	1.965,810
Cubierta intermedia	2.187,369
Cubierta principal	2.412,757
Cubierta castillo	650,000
1ª Cubierta de superestructura	277,000
2ª Cubierta de superestructura	179,000
Cubierta puente	140,000
Mamparos	1.260
Superficie externa	6.293,573
TOTAL SUPERFICIE INTERNA	30.543,177

El coste total de esta partida será el siguiente:

$$C_{PS} = 2 * (6.293,573 + 30.543,177) + 8 * 6.293,573 + 15 * 30.543,177 \\ = \mathbf{582.169,74 \text{ €}}$$

2.1.1.6. Pintura y control de corrosión

- Pintura obra viva

Suponiendo que la obra viva se pinta con pintura autopulimentante, el coste por unidad de superficie y espesor es de 0,022 €/m²*μ. Considerando un espesor de pintura de 350 μ, el coste de la pintura de la obra viva es:

$$C_{POV} = 3.181,790 * 0,022 * 350 = 24.499,78 \text{ €}$$

- Pintura obra muerta

Suponiendo que en la obra muerta se utiliza pintura convencional, el coste por unidad de superficie y espesor es de 0,012 €/m²*μ. Considerando un espesor de pintura de 185 μ, el coste de la pintura de la obra muerta es:

$$C_{POM} = 2.237,483 * 0,012 * 185 = 4.967,21 \text{ €}$$

- Pintura interior

Suponiendo que las superficies interiores se pintan con pintura convencional, el coste por unidad de superficie y espesor es de 0,012 €/m²*μ. Considerando un espesor de pintura de 185 μ, el coste de la pintura de la superficie interior es:

$$C_{PSI} = 30.543,177 * 0,012 * 185 = 67.805,85 \text{ €}$$

- Pintura de tuberías

Su coste se estima mediante la fórmula:

$$C_{PTU} = 0,18 * (0,057 * BHP + 0,18 * L) * K$$

Siendo:

- $BHP = 9.600/0,736 = 13.043,48$
- $K = 2,4$ para pintura de clorocaucho.

$$C_{PTU} = 0,18 * \left(0,057 * \frac{9.600}{0,736} + 0,18 * 129,284 \right) * 2,4 = 331,24 \text{ €}$$

- Galvanizado y cementado

Se estima en un 7,5 % del pintado total:

$$C_{GAL} = 0,075 * (24.499,78 + 4.967,21 + 67.805,85 + 331,33) = 7.320,31 \text{ €}$$

- Protección catódica

Se calcula a partir de la superficie de la obra viva:

$$C_{PC} = 1,55 * 3.181,790 = 4.931,77 \text{ €}$$

El coste total de este subconcepto será la suma de todas las cantidades anteriores:

$$\textbf{Coste pintura y control de corrosión = 109.856,16 €}$$

2.1.2. Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones

2.1.2.1. Equipo de fondeo, amarre y remolque

- Anclas

Su coste se estima mediante la fórmula siguiente:

$$C_{AN} = 2500 * n^{\circ} \text{ anclas} * \text{peso ancla (tn)} = 2500 * 3 * 4,5 = 33.750 \text{ €}$$

- Cadenas y estachas

Su coste se estima con la expresión:

$$C_{CA} = 0,015 * K * d^2 * L_C$$

Donde:

- K = 0,305 para acero de calidad media.
- d = diámetro de cadena = 64 mm.
- L_C = longitud total de la cadena = 530 m.

$$C_{CA} = 0,015 * 0,305 * 64^2 * 530 = 99.317,76 \text{ €}$$

2.1.2.2. Medios de salvamento

- Botes salvavidas con motor

Se estima con la expresión:

$$C_{BO} = K_{BO} * n^{\circ} \text{ tripulantes}^{2/3}$$

Siendo K_{BO} = 3000 para botes cerrados con motor y 12 el número de tripulantes.

$$C_{BO} = 3000 * 12^{2/3} = 15.724,45 \text{ €}$$

- Bote de rescate

Se estima en 6.000 € cada bote. El buque dispondrá de un único bote de rescate.

- Balsa salvavidas

Se estima con la expresión:

$$C_{BA} = n^{\circ} \text{ botes} * K_{BA} * n^{\circ} \text{ personas en cada balsa}^{2/3}$$

Siendo K_{BA} = 1200 para balsas salvavidas no arriables, 2 el número de botes y 6 el número de personas en cada bote:

$$C_{BA} = 2 * 1200 * 6^{2/3} = 4.361,09 \text{ €}$$

- Dispositivos de lanzamiento de botes cerrados

Se estima con la expresión:

$$C_{PB} = K_{PB} * n^{\circ} tripulantes^{2/3}$$

Siendo $K_{PB} = 4000$ para botes cerrados.

$$C_{PB} = 4000 * 12^{2/3} = 20.965,93 \text{ €}$$

- Chalecos, aros, señales, lanzacabos y elementos varios de salvamento:

Se estima con la expresión:

$$C_V = 2500 + 30 * n^{\circ} tripulantes = 2500 + 30 * 12 = 2.860 \text{ €}$$

2.1.2.3. *Habilitación de alojamientos*

Su costo puede estimarse con la fórmula:

$$C_H = K_H * S_H$$

Donde:

- K_H = coeficiente del nivel de calidad = 300 €/m².
- S_H = superficie de la habitación = 873 m².

$$C_H = 300 * 873 = 261.900 \text{ €}$$

2.1.2.4. *Equipos de fonda y hotel*

- Cocina y oficinas

Se estima con la expresión:

$$C_{CO} = K_{CO} * n^{\circ} tripulantes$$

Siendo $K_{CO} = 420$ para buques oceánicos en general.

$$C_{CO} = 420 * 12 = 5.040 \text{ €}$$

- Gambuza frigorífica

Se estima con la expresión:

$$C_{GA} = 1800 * V_{GA}^{2/3}$$

Siendo V_{GA} el volumen de la gambuza, igual a 112 m³.

$$C_{GA} = 1800 * 112^{2/3} = 134.400 \text{ €}$$

- Equipos de lavandería y varios

Se estima con la expresión:

$$C_{LV} = 240 * n^{\circ} tripulantes = 240 * 12 = 2.880 \text{ €}$$

2.1.2.5. Equipos de acondicionamiento en alojamientos

- Equipo de aire acondicionado

Se estima en 60 €/m² de habitación:

$$C_{AA} = 60 * 873 = 52.380 \text{ €}$$

- Ventilación mecánica

Para sistemas de ventilación mecánica, independientes de los de aire acondicionado, el costo total puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{VM} = 1055 * n^{\circ} \text{ tripulantes}^{0,215} + 12 * S_H^{0,25} = 1055 * 12^{0,215} + 12 * 873^{0,25} \\ = 1.865,24 \text{ €}$$

- Radiadores eléctricos

Su costo puede estimarse en 72 €/persona:

$$C_{RE} = 72 * 12 = 864 \text{ €}$$

2.1.2.6. Equipos de navegación

- Equipos de navegación

Se estiman las siguientes partidas:

Equipo	Coste (€)
Compás magnético	2.700
Compás giroscópico	42.000
Piloto automático	6.000
Radar de movimiento verdadero	51.600
Radar de movimiento relativo	15.000
Radiogoniómetro	7.800
Receptor de cartas	4.800
Corredera	7.800
Sonda	4.200
Sistema de navegación por satélite	7.200
TOTAL	149.100

- Equipos auxiliares de la navegación

Se estima en un 8% de la partida anterior, igual a **11.928 €**.

- Equipos de comunicaciones externas

Su coste varía entre 48.000 € y 120.000 €. Se supone un coste de **100.000 €**.

- Comunicaciones internas

Su coste incluye altavoces, teléfonos autogenerados y teléfonos automáticos, con un coste de **36.000 €**.

2.1.2.7. Medios contraincendios convencionales

El coste se estimará con la expresión:

$$C_{CI} = 8,4 * L_{CM} * B * D_{CM}$$

Donde:

- L_{CM} : eslora de la cámara de máquinas, igual a 18,590 m.
- D_{CM} : altura de la cámara de máquinas, igual a 6,000 m.

$$C_{CI} = 8,4 * 18,59 * 20 * 6 = 18.738,72€$$

2.1.2.8. Equipos convencionales de servicio de la carga

- Grúa de provisiones

Se estima con la expresión:

$$C_{GP} = 2520 * SWL^{0,765} * L_{GP}^{0,85}$$

Siendo:

- SWL: capacidad de izado, igual a 1,2 t.
- L_{GP} : alcance de la grúa, igual a 10 m.

$$C_{GP} = 2520 * 1,2^{0,765} * 10^{0,85} = 20.510,40 €$$

- Grúas de carga

Se estima con la expresión:

$$C_{GP} = 2520 * N_{GC} * SWL^{0,765} * L_{GC}^{0,85}$$

Siendo:

- SWL: capacidad de izado, igual a 8 t.
- L_{GC} : alcance de la grúa, igual a 15 m.
- N_{GC} : número de grúas de carga, igual a 4.

$$C_{GP} = 2520 * 4 * 8^{0,765} * 15^{0,85} = 494.312,90 €$$

- Ventiladores de bodegas

Se estima con la expresión:

$$C_{VB} = 0,013 * Q_B R_e$$

Donde:

- Q_B : capacidad de bodegas, igual a 11.327 m³.
- R_e : renovaciones hora, igual a 90 renov/h.

$$C_{VB} = 0,013 * 11.327 * 90 = 13.252,28 \text{ €}$$

- Cierres de escotillas en las cubiertas de entrepuente

$$C_{ES} = 51 * N_{ES} * L_{ES} * B_{ES}^{1,72}$$

Donde:

- N_{ES}: número de escotillas de entrepuente, igual a 10.
- L_{ES}: eslora de las escotillas, igual a 12,5 m.
- B_{ES}: manga de las escotillas, igual a 10 m.

$$C_{ES} = 51 * 10 * 12,5 * 10^{1,72} = 334.564,76 \text{ €}$$

- Cierres de escotillas en la cubierta principal

$$C_{ES} = 61 * N_{ES} * L_{ES} * B_{ES}^{1,77}$$

Donde:

- N_{ES}: número de escotillas, igual a 4.
- L_{ES}: eslora de las escotillas, igual a 12,5 m.
- B_{ES}: manga de las escotillas, igual a 10 m.

$$C_{ES} = 61 * 4 * 12,5 * 10^{1,77} = 179.597,31 \text{ €}$$

2.1.2.9. *Instalación eléctrica*

$$C_{IE} = 480 * kW^{0,77}$$

Estimando una potencia total instalada de 4.500 kW:

$$C_{IE} = 480 * 4.500^{0,77} = 312.043,31 \text{ €}$$

2.1.2.10. *Tubería*

Se estima con la expresión:

$$C_{TU} = 2.705 * (0,015 * L_{CM} * B * D_{CM} + 0,18 * L) + K_t * BHP + 1,5 * (3 * L_{CM} * B * D_{CM} + Q_B + 4 * S_H)$$

Siendo K_t un coeficiente según el tipo de combustible e igual a 8 para combustible pesado.

$$C_{TU} = 2.705 * (0,015 * 18,59 * 20 * 6 + 0,18 * 129,284) + 8 * \frac{9.600}{0,736} + 1,5 * (3 * 18,59 * 20 * 6 + 11.327 + 4 * 873) = 290.077,62 \text{ €}$$

2.1.2.11. *Accesorios de equipos, armamento e instalaciones*

- Puertas metálicas, ventanas y portillos

Se estima con la expresión:

$$C_{PVP} = 2.705 * n^{\circ} \text{ tripulantes}^{0,48} = 2.705 * 12^{0,48} = 8.916,09 \text{ €}$$

- Escaleras, pasamanos y candeleros

$$C_{EPC} = 22,2 * L^{1,16} = 22,2 * 129,284^{1,16} = 6.284,06 \text{ €}$$

- Escotillas de acceso, lumbreras y registros

$$C_{ELR} = 12,6 * L^{1,5} = 12,6 * 129,284^{1,5} = 18.521,99 \text{ €}$$

- Accesorios de fondeo y amarre

$$C_{AFA} = e^{3,1} * 6 * (L * (B + D))^{0,815} = e^{3,1} * 6 * (129,284 * (20 + 13,5))^{0,815} \\ = 122.541,94 \text{ €}$$

- Escalas reales, planchas de desembarco y escalas de práctico

$$C_{ERP} = 2.000 + 1.350 * (D - 0,03 * L) * N_{ER}$$

Siendo N_{ER} el número de escalas reales, igual a 2.

$$C_{ERP} = 2.000 + 1.350 * (13,5 - 0,03 * 129,284) * 2 = 27.978 \text{ €}$$

- Toldos, fundas y accesorios de estiba de respeto

$$C_{TF} = 40 * (L * (B + D))^{0,68} = 40 * (129,284 * (20 + 13,5))^{0,68} = 11.883,41 \text{ €}$$

2.1.3. Concepto 3. Maquinaria auxiliar de cubierta

2.1.3.1. Equipos de gobierno

El coste del servomotor se estima con la expresión:

$$C_{SM} = 3.700 * M^{2/3}$$

Siendo M el par del servo en tn*m. Atendiendo al cálculo realizado en el Cuaderno 6, el par del servo será igual a 79,51 tn*m.

$$C_{SM} = 3.700 * 79,51^{2/3} = 68.414,72 \text{ €}$$

2.1.3.2. Equipo de fondeo y amarre

- Molinete

$$C_{MO} = 300 * N_{MO} * d^{1,3}$$

Siendo N_{MO} el número de molinetes (2) y d el diámetro de la cadena, igual a 64 mm.

$$C_{MO} = 300 * 2 * 64^{1,3} = 133.716,57 \text{ €}$$

- Cabrestantes

$$C_{CB} = 2.250 * T_{CB}^{1,6}$$

Siendo T_{CB} el tiro del cabrestante, en toneladas.

$$C_{CB} = 2.250 * 10^{1,6} = 89.574,11 \text{ €}$$

2.1.4. Concepto 4. Instalación propulsora

2.1.4.1. Máquina propulsora

Para un motor propulsor de 4 tiempos:

$$C_{MP} = 40 * N_C^{0,85} * D_C^{2,2} / RPM^{0,75}$$

Donde:

- N_C: número de cilindros, igual a 8.
- D_C: diámetro cilindros, igual a 460 mm.
- RPM: revoluciones del motor, igual a 600.

$$C_{MP} = 40 * 8^{0,85} * \frac{460^{2,2}}{600^{0,75}} = 1.393.605,85 \text{ €}$$

2.1.4.2. Línea de ejes

- Acoplamiento

$$C_{AC} = 1.700 * \frac{BHP}{RPM} = 1.700 * \frac{9.800}{(600 * 0,736)} = 36.956,52 \text{ €}$$

- Reductor

$$C_{RE} = 25.000 * \text{Peso reductor}^{0,5} = 25.000 * 38,51^{0,5} = 155.143,08 \text{ €}$$

- Ejes y chumaceras

$$C_{EC} = 3,6 * BHP = 3,6 * \frac{9.600}{0,736} = 46.956,52 \text{ €}$$

- Bocina y cierre

$$C_{BC} = 7,515 * BHP^{0,85} = 7,515 * \left(\frac{9.600}{0,736}\right)^{0,85} = 23.659,93 \text{ €}$$

- Freno y torsiómetro

Se estiman en 12.700 €.

2.1.4.3. Hélice propulsora de paso variable

$$C_{HE} = 360 * BHP^{0,7} = 360 * \left(\frac{9.600}{0,736}\right)^{0,7} = 273.575,94 \text{ €}$$

2.1.5. Concepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión

2.1.5.1. Grupos electrógenos

Se estima esta partida en 36.000 €.

2.1.5.2. Generador de emergencia

Se estima en 90.000 €.

2.1.5.3. Alternador de cola

$$C_{AC} = 24.000 * \left(\frac{kW}{RPM} \right)^{2/3} = 24.000 * \left(\frac{1.500}{600} \right)^{2/3} = 44.208,38 \text{ €}$$

2.1.5.4. Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares

$$C_{EC} = 6 * (K_1 + K_2) * BHP$$

Donde:

- K₁: igual a cero, al no llevar enfriador central de titanio.
- K₂: igual a 2,4 para motores de 4 tiempos.

$$C_{EC} = 6 * (0 + 2,4) * \frac{9.600}{0,736} = 187.826,09 \text{ €}$$

2.1.5.5. Caldera de generación de vapor

$$C_{CV} = 4,8 * N_{CV} * Q_{CV}$$

Donde:

- N_{CV}: número de calderas, igual a 1.
- Q_{CV}: capacidad de la caldera, igual a 600 kg/h.

$$C_{CV} = 4,8 * 1 * 600 = 2.880 \text{ €}$$

2.1.5.6. Equipo de arranque de motores

$$C_{CO} = 78 * N_{CO} * Q_{CO}$$

Donde:

- N_{CO}: número de compresores, igual a 2.
- Q_{CO}: capacidad de los compresores, igual a 40 m³/h.

$$C_{CO} = 78 * 2 * 40 = 6.240 \text{ €}$$

2.1.5.7. Equipo de manejo de combustible

- Manejo de fuel oil

$$C_{FO} = 44 * N_{BF} * Q_{BF} + 2,1 * BHP$$

Donde:

- N_{BF} : número de bombas, igual a 2.
- Q_{BF} : capacidad de cada bomba, igual a 30 m³/h.

$$C_{FO} = 44 * 2 * 30 + 2,1 * \frac{9.600}{0.736} = 30.031,30 \text{ €}$$

- Manejo de diésel oil

$$C_{DO} = 44 * N_{BD} * Q_{BD} + 2,1 * BHP$$

Donde:

- N_{BD} : número de bombas, igual a 2.
- Q_{BD} : capacidad de cada bomba, igual a 20 m³/h.

$$C_{FO} = 44 * 2 * 20 + 2,1 * \frac{9.600}{0.736} = 29.151,30 \text{ €}$$

2.1.5.8. Equipo de purificación

- Purificadoras centrífugas de aceite y combustible, con sus calentadores

$$C_{PU} = 10.000 * N_{PA} * Q_{PA} * K_1 + 4.750 * N_{PD} * Q_{PD} * K_1 + 5.200 * N_{PF} * Q_{PF} * K_1 * K_2 * K_3$$

Siendo:

- N_{PA} : número de purificadoras de aceite, igual a 1.
- N_{PD} : número de purificadoras de diésel, igual a 1.
- N_{PF} : número de purificadoras de fuel, igual a 2.
- Q_{PA} : caudal unitario de la purificadora de aceite, igual a 3 m³/h.
- Q_{PD} : caudal unitario de la purificadora de diésel, igual a 2 m³/h.
- Q_{PF} : caudal unitario de la purificadora de fuel, igual a 2 m³/h.
- K_1 : coeficiente igual a 1.
- K_2 : coeficiente igual a 1,65.
- K_3 : coeficiente igual a 1.

$$C_{PU} = 10.000 * 1 * 3 * 1 + 4.750 * 1 * 2 * 1 + 5.200 * 2 * 2 * 1 * 1.65 * 1 = 73.820 \text{ €}$$

- Equipo de manejo de lodos, trasiegos y derrames

Su coste se estima en 3.000 €.

2.1.5.9. *Equipo auxiliar del casco*

- Bombas de CI, lastre, servicio, servicios generales y sus sentinas

Se estima con la expresión:

$$C_{BO} = 600 * K_1 * Q_{BS}^{1/3} + 960 * K_2 * Q_{BC}^{1/3} + 960 * K_3 * Q_{BC}^{1/3} + 1.100 * K_4 * Q_{BS}^{1/3}$$

Siendo:

- Q_{BS}: caudal de la bomba de sentinas, igual a 200 m³/h.
- Q_{BC}: caudal de la bomba de contraincendios, igual a 90 m³/h.
- K₁: coeficiente igual a 3.
- K₂: coeficiente igual a 3.
- K₃: coeficiente igual a 4.
- K₄: coeficiente igual a 1.

$$C_{BO} = 600 * 3 * 200^{1/3} + 960 * 3 * 90^{1/3} + 960 * 4 * 90^{1/3} + 1.100 * 1 * 200^{1/3} \\ = 48.150,78 \text{ €}$$

- Separador de sentinas con bombas y alarmas

$$C_{SS} = 156 * GT^{0,5} + 5.100 * K_{SS}$$

- K_{SS}: igual a 1 para una instalación con control automático de descarga.
- GT: 7.779 (Cuaderno 9).

$$C_{SS} = 156 * 7.779^{0,5} + 5.100 * 1 = 18.858,99 \text{ €}$$

2.1.5.10. *Equipos sanitarios*

- Generador de agua dulce

$$C_{GA} = 1.380 * Q_{GA}$$

Siendo:

- Q_{GA}: caudal del generador, igual a 12 t/día.

$$C_{GA} = 1.380 * 12 = 16.560 \text{ €}$$

- Grupos hidrófobos

$$C_{GH} = 660 * n^{\circ} \text{ tripulantes}^{0,5} = 660 * 12^{0,5} = 2.286,31 \text{ €}$$

- Planta de tratamiento de aguas fecales

$$C_{AF} = 2.640 * n^{\circ} \text{ tripulantes}^{0,4} = 2.640 * 12^{0,4} = 7.133,07 \text{ €}$$

- Incinerador de residuos sólidos

$$C_{IR} = 14.000 * n^{\circ} \text{ tripulantes}^{0,2} = 14.000 * 12^{0,2} = 23.012,53 \text{ €}$$

2.1.5.11. Costes varios

- Ventiladores de cámara de máquinas

$$C_{VCM} = 7,5 * N_V * Q_V^{0,5} + 5,52 * K_f * BHP^{0,5}$$

Siendo:

- N_V: número de ventiladores, igual a 8.
- Q_V: capacidad de cada ventilador, igual a 18.000 m³/h.
- K_f: coeficiente igual a 1 para fuel oil.

$$C_{VCM} = 7,5 * 8 * 18.000^{0,5} + 5,52 * 1 * \left(\frac{9.600}{0,736}\right)^{0,5} = 8.680,27 \text{ €}$$

- Equipo de desmontaje

$$C_{ED} = 0,84 * K_{ED} * BHP$$

Siendo K_{ED} un coeficiente igual a 1 para una viga carril.

$$C_{ED} = 0,84 * 1 * \frac{9.600}{0,736} = 10.956,52 \text{ €}$$

- Taller de máquinas

Se estima en 6.000 €.

2.1.6. Concepto 6. Cargos y respetos

2.1.6.1. Respetos especiales

Para la pala de repuesto de la hélice:

$$C_{PR} = 4,8 * BHP^{2/3} = 4,8 * \left(\frac{9.600}{0,736}\right)^{2/3} = 2.659,73 \text{ €}$$

2.1.7. Concepto 7. Instalaciones especiales

2.1.7.1. Instalación frigorífica

- Planta frigorífica de conservación

Se estima con la expresión:

$$C_{PF} = 1.200 * Q_B^{2/3} = 1.200 * 11.327^{2/3} = 605.226,36 \text{ €}$$

- Aislamiento de bodegas frigoríficas

$$C_{AB} = K_{AB} * Q_B^{2/3}$$

Siendo K_{AB} igual a 1.500 para buques frigoríficos.

$$C_{AB} = 1.500 * 11.327^{2/3} = 756.532,95 \text{ €}$$

2.1.7.2. Instalación y equipos de automatización, telecontrol y alarmas

- Cabina y puesto de control

Se estima con la expresión:

$$C_{CC} = 1.080 * S_{CC}^{0,85}$$

Siendo S_{CC} la superficie de la cámara de control, igual a 41 m².

$$C_{CC} = 1.080 * 41^{0,85} = 25.638,22 \text{ €}$$

- Dispositivos de automatización y control reglamentarios

$$C_{ACR} = 3.240 * K_1 * BHP^{1/3}$$

Siendo K₁ un coeficiente igual a 1 para dispositivos de automatización sólo para navegación libre.

$$C_{ACR} = 3.240 * 1 * \left(\frac{9.600}{0,736}\right)^{1/3} = 76.268,08 \text{ €}$$

- Otros dispositivos de automatización y control

Se estiman en 12.000 €

- Equipos suministradores de fluidos de control y accionamiento

Se estima en un 10% del coste de los equipos de automatización:

$$C_{ESF} = 0,1 * 76.268,08 = 7.626,81 \text{ €}$$

2.1.7.3. *Sistemas auxiliares de maniobra*

- Hélice de empuje transversal

$$C_{HET} = 900 * BHP_T^{0,73}$$

Siendo BHP_T la potencia del propulsor de proa, igual a 600 CV.

$$C_{HET} = 900 * \left(\frac{600}{0,736} \right)^{0,73} = 120.080,40 \text{ €}$$

2.1.7.4. *Instalaciones y equipos especiales contraincendios*

- Instalaciones contraincendios de carácter estructural

$$C_{CI} = K_{CI} + 5,5 * S_H$$

Siendo K_{CI} un coeficiente igual a 4.600.

$$C_{CI} = 4.600 + 5,5 * 873 = 9.401,50 \text{ €}$$

- Instalaciones fijas contraincendios en cubierta

$$C_{CIC} = 11 * (1 + 0,0013 * L) * L * B$$

$$C_{CIC} = 11 * (1 + 0,0013 * 129,284) * 129,284 * 20 = 33.222,78 \text{ €}$$

- Rociadores en cámara de máquinas

$$C_{RCM} = 4 * S_{CM}$$

Siendo S_{CM} la superficie de la cámara de máquinas, igual a 600 m².

$$C_{RCM} = 4 * 600 = 2.400 \text{ €}$$

- Rociadores en la habilitación

$$C_{RH} = 4 * S_H = 4 * 873 = 3.492 \text{ €}$$

- Equipos detectores de incendios en cámara de máquinas

$$C_{DCM} = 0,8 * K_1 * L_{CM} * D_{CM} * B + 12.240 * K_2 * N_{CH}$$

Donde:

- K₁: coeficiente igual a 1 para una cámara de máquinas desatendida.
- K₂: coeficiente igual a 1 para detección de incendios en alojamientos.
- N_{CH}: número de cubiertas de habilitación, igual a 4.

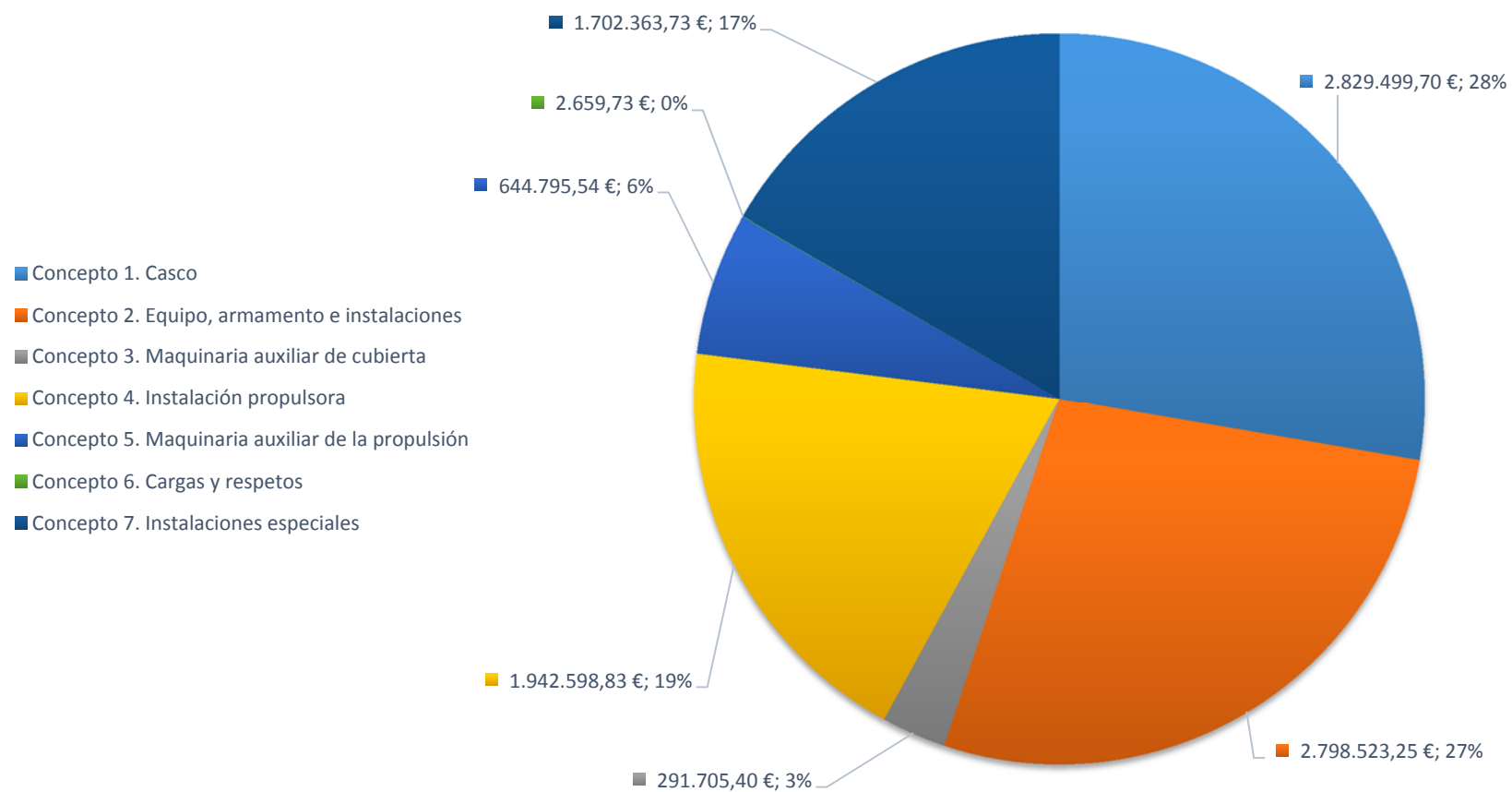
$$C_{DCM} = 0,8 * 1 * 18,59 * 6 * 20 + 12.240 * 1 * 4 = 50.744,64 \text{ €}$$

2.1.8. Resumen

EQUIPOS, MATERIALES Y GASTOS DIRECTOS	Costes
<u>Concepto 1. Casco</u>	
Acero laminado	1.964.710,00 €
Resto de materiales del casco	4.912,79 €
Timón y accesorios	2.401,00 €
Materiales auxiliares de construcción del casco	165.450,00 €
Preparación de superficies	582.169,74 €
Pintura y control de corrosión	109.856,16 €
TOTAL	2.829.499,70 €
<u>Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones</u>	
Equipo de fondeo, amarre y remolque	133.067,76 €
Medios de salvamento	49.911,47 €
Habilitación	261.900,00 €
Equipos de fonda y hotel	142.320,00 €
Equipos de acondicionamiento en alojamientos	55.109,24 €
Equipo de navegación y comunicaciones	297.028,00 €
Medios CI convencionales	18.738,72 €
Equipos convencionales de servicio de la carga	1.042.237,66 €
Instalación eléctrica	312.043,31 €
Tubería	290.077,62 €
Accesorios de equipos, armamento e instalaciones	196.089,47 €
TOTAL	2.798.523,25 €
<u>Concepto 3. Maquinaria auxiliar de cubierta</u>	
Equipos de gobierno	68.414,72 €
Equipo de fondeo y amarre	223.290,68 €
TOTAL	291.705,40 €
<u>Concepto 4. Instalación propulsora</u>	
Máquina propulsora	1.393.606,85 €
Línea de ejes	275.416,05 €
Hélice propulsora de paso variable	273.575,94 €
TOTAL	1.942.598,83 €

<u>Concepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión</u>	
Grupos electrógenos	170.208,38 €
Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta	187.826,09 €
Caldera de generación de vapor	2.880,00 €
Equipo de arranque de motores	6.240,00 €
Equipo de manejo de combustible	59.182,61 €
Equipo de purificación	76.820,00 €
Equipo de auxiliar de casco	116.001,67 €
Varios	25.636,79 €
TOTAL	644.795,54 €
<u>Concepto 6. Cargos y respetos</u>	
Cargos y respetos no reglamentarios	2.659,73 €
TOTAL	2.659,73 €
<u>Concepto 7. Instalaciones especiales</u>	
Instalación frigorífica	1.361.759,30 €
Instalación y equipos de automatización, telecontrol y alarmas	121.263,11 €
Sistemas auxiliares de maniobra	120.080,40 €
Instalaciones y equipos especiales contra incendios	99.260,92 €
TOTAL	1.702.363,73 €
TOTAL EQUIPOS, MATERIALES Y GASTOS DIRECTOS	10.212.146,18 €

EQUIPOS MATERIALES Y GASTOS DIRECTOS



2.2. Mano de obra

2.2.1. Concepto 1. Casco

2.2.1.1. Acero laminado

Las horas invertidas en aceros son difíciles de estimar. Los factores de los que dependen son:

- Peso neto del barco.
- Complejidad de las formas.
- Existencia o no de bulbo.
- Empleo de aceros especiales.
- Número de cubiertas.
- Productividad del astillero.

De acuerdo con estos parámetros, la expresión para calcular las horas invertidas en aceros laminados es:

$$H_{AC} = K_{BA} * P_{AC} * (1 + K_F * (1 - C_F)) * (1 + K_B) * (1 + K_E * C_E) * (1 + K_C * (N_C - 1))$$

Donde:

- P_{AC} : peso de acero neto, igual a 3.309 tn.
- K_{BA} : índice de mano de obra del casco, igual a 60 h/tn.
- K_F : índice de coeficiente de formas, igual a 0,6.
- $C_F = C_B = 0,6$.
- K_B : índice de existencia de bulbo, igual a 0,04.
- K_E : índice de complejidad, igual a 0,5.
- C_E : coeficiente de acero especial, igual a 0,09.
- K_C : coeficiente del número de cubiertas, igual a 0,05.
- N_C : número de cubiertas, igual a 5.

Sustituyendo:

$$H_{AC} = 60 * 3.309 * (1 + 0,6 * (1 - 0,6)) * (1 + 0,04) * (1 + 0,5 * 0,09) * (1 + 0,05 * (5 - 1)) = 321.071 \text{ horas}$$

2.2.1.2. Resto de materiales del casco

$$H_{RM} = 25 + 30 * L^{1/3} * H * K_1$$

Donde:

- H: calado de escantillonado, igual a 9,5 m.
- K₁: coeficiente igual a 1 para buques de una única hélice.

$$H_{RM} = 25 + 30 * 129,284^{1/3} * 9,5 * 1 = 1.466 \text{ horas}$$

2.2.1.3. Timones y accesorios

$$H_{TI} = 100 * n^{\circ} \text{ timones} * L_{Timón} * H_{Timón} = 100 * 1 * 3,5 * 4,9 = 1.715 \text{ horas}$$

2.2.1.4. Preparación de superficies

Se estima en 0,02 horas por metro cuadrado de superficie a pintar:

$$H_{PS} = 0,02 * S_T = 0,02 * 36.836,75 = 737 \text{ horas}$$

2.2.1.5. Pintura y control de corrosión

$$H_{PI} = 0,25 * S_{OM} + (1 + 0,3 * N_{OM}) + 0,35 * S_{OV} * \frac{N_{OV}}{4} + 0,4 * S_I * N_I$$

Donde:

- S_{OM}: superficie de la obra muerta, igual a 2.237,48 m².
- N_{OM}: número de manos de pintura en la obra muerta, igual a 2.
- S_{OV}: superficie de la obra viva, igual a 3.181,79 m².
- N_{OV}: número de manos de pintura en la obra viva, igual a 3.
- S_I: superficie interior, igual a 30.543,18 m².
- N_I: número de manos de pintura en la superficie interior, igual a 2.

$$\begin{aligned} H_{PI} &= 0,25 * 2.237,48 + (1 + 0,3 * 2) + 0,35 * 3.181,79 * \frac{3}{4} + 0,4 * 30.543,18 * 2 \\ &= 25.831 \text{ horas} \end{aligned}$$

2.2.2. Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones

2.2.2.1. Equipo de fondeo, amarre y remolque

Se estima con la expresión:

$$H_{EFA} = 27 * n^{\circ} \text{ anclas} * \text{peso ancla}^{0,4} = 27 * 3 * 4,5^{0,4} = 148 \text{ horas}$$

2.2.2.2. Medios de salvamento

$$H_{MS} = 300 + 1,15 * n^{\circ} \text{ tripulantes} = 300 + 1,15 * 12 = 314 \text{ horas}$$

2.2.2.3. Habilitación

Se estima en 16 h/m² de habilitación:

$$H_H = 16 * S_H = 16 * 873 = 13.968 \text{ horas}$$

2.2.2.4. Equipos de fonda y hotel

Se estima en 115 horas por tripulante:

$$H_{FH} = 115 * n^{\circ} \text{ tripulantes} = 115 * 12 = 1.380 \text{ horas}$$

2.2.2.5. Equipos de acondicionamiento

Se estima en 2 h/m² de habilitación:

$$H_{EA} = 2 * S_H = 2 * 873 = 1.746 \text{ horas}$$

2.2.2.6. Equipos de navegación y comunicaciones

Se estima con la expresión:

$$H_{NC} = 330 * (n^{\circ} \text{ equipos} - 6) = 330 * (15 - 6) = 2.970 \text{ horas}$$

2.2.2.7. Medios CI convencionales

$$H_{CI} = 5,5 * L = 5,5 * 129,284 = 711 \text{ horas}$$

2.2.2.8. Equipos convencionales de la carga

- Grúas de carga y descarga

$$H_{GC} = 290 * N_{GC} * SWL^{1/3}$$

Donde:

- N_{GC} : número de grúas de carga, igual a 4.
- SWL : capacidad de izado, igual a 8 tn.

$$H_{GC} = 290 * 4 * 8^{1/3} = 2.320 \text{ horas}$$

- Grúa de provisiones

$$H_{GP} = 290 * N_{GP} * SWL^{1/3}$$

Donde:

- N_{GP} : número de grúas de provisiones, igual a 1.
- SWL : capacidad de izado, igual a 1,2 tn.

$$H_{GC} = 290 * 1 * 1,2^{1/3} = 308 \text{ horas}$$

- Cierre de escotillas

$$H_{CE} = 460 * S_E^{1/3}$$

Siendo S_E la superficie total de las escotillas, igual a 1.725 m².

$$H_{CE} = 460 * 1.725^{1/3} = 5.517 \text{ horas}$$

2.2.2.9. Instalación eléctrica

$$H_{IE} = 4 * S_H + 6 * \text{potencia instalada} = 4 * 873 + 6 * (2.250 + 1.500) = 25.992 \text{ horas}$$

2.2.2.10. Tubería

$$H_{TU} = 11 * BHP^{0,85} = 11 * \left(\frac{9.600}{0,736}\right)^{0,85} = 34.632 \text{ horas}$$

2.2.2.11. Accesorios de equipos, armamento e instalaciones

$$H_{AEA} = 80 * n^o \text{ tripulantes} + 56 * (L - 15) + 0,9 * L * (B + D) + 2 * L + 50 * N_{BO} + 100 * N_{PB} + 100 * N_{GM}$$

Donde:

- NBO: número de botes de servicio, igual a 1.
- NPB: número de pescantes de botes, igual a 1.
- NGM: número de grúas en cámara de máquinas, igual a 1.

$$H_{AEA} = 80 * 12 + 56 * (129,284 - 15) + 0,9 * 129,284 * (20 + 13,5) + 2 * 129,284 + 50 * 1 + 100 * 1 + 100 * 1 = 11.766 \text{ horas}$$

2.2.3. Concepto 3. Maquinaria auxiliar de cubierta

2.2.3.1. *Equipo de gobierno*

Se estima con la expresión:

$$H_{EG} = 33 * L^{2/3} = 33 * 129.284^{2/3} = 844 \text{ horas}$$

2.2.3.2. *Equipo de fondeo y amarre*

$$H_{FA} = L * (1,75 * N_M + 1,6 * N_{CA} + 1,7 * N_{MA})$$

Siendo:

- N_M : número de molinetes, igual a 2.
- N_{CA} : número de cabrestantes, igual a 2.
- N_{MA} : número de maquinillas de amarre, igual a 2.

$$H_{FA} = 129,284 * (1,75 * 2 + 1,6 * 2 + 1,7 * 2) = 1.306 \text{ horas}$$

2.2.4. Concepto 4. Instalación propulsora

2.2.4.1. Máquina propulsora

$$H_{MP} = 10 * BHP^{\frac{2}{3}} = 10 * \left(\frac{9.600}{0,736}\right)^{2/3} = 5.541 \text{ horas}$$

2.2.4.2. Línea de ejes

$$H_{LE} = K_{LE} * BHP * N_{LE}$$

Donde:

- K_{LE} : coeficiente igual a 0,85 para un motor con reductor.
- N_{LE} : número de líneas de ejes, igual a 1.

$$H_{LE} = 0,85 * \frac{9.600}{0,736} * 1 = 11.087 \text{ horas}$$

2.2.4.3. Hélice propulsora

$$H_{HP} = K_1 + K_2 * BHP * N_{HP}$$

Donde:

- K_1 : coeficiente igual a 700 para hélices de paso variable.
- K_2 : coeficiente igual a 0,44 para hélices de paso variable.
- N_H : número de hélices, igual a 1.

$$H_{HP} = 700 + 0,44 * \frac{9.600}{0,736} * 1 = 6.439 \text{ horas}$$

2.2.5. Concepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión

2.2.5.1. Grupos electrógenos

- 2 generadores diésel de funcionamiento normal

Se estima con la expresión:

$$H_{GD} = 52 * N_{GD} * kW^{0,43}$$

Donde:

- N_{GD} : número de generadores diésel, igual a 2.
- kW: potencia de cada generador, igual a 1.000 kW.

$$H_{GD} = 52 * 2 * 1.000^{0,43} = 2.028 \text{ horas}$$

- 1 generadores diésel de emergencia

Se estima con la expresión:

$$H_{GD} = 52 * N_{GE} * kW^{0,43}$$

Donde:

- N_{GE} : número de generadores de emergencia, igual a 1.
- kW: potencia del generador, igual a 250 kW.

$$H_{GD} = 52 * 1 * 250^{0,43} = 559 \text{ horas}$$

2.2.5.2. Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares

- Servicio a motor principal

Se estima con la expresión:

$$H_{CRL} = N_M * (K_{CRL} + 0,18 * BHP)$$

Siendo:

- N_M : número de motores, igual a 1.
- K_{CRL} : coeficiente igual a 2.250 para motores de 4 tiempos.

$$H_{CRL} = 1 * \left(2.250 + 0,18 * \frac{9.600}{0,736} \right) = 4.589 \text{ horas}$$

- Servicio a motores auxiliares

Se estima con la expresión:

$$H_{CRL} = N_M * (K_{CRL} + 0,18 * BHP)$$

Siendo:

- N_M : número de motores, igual a 2.
- K_{CRL} : coeficiente igual a 2.250 para motores de 4 tiempos.

$$H_{CRL} = 2 * \left(2.250 + 0,18 * \frac{1.000}{0,736} \right) = 4.989 \text{ horas}$$

2.2.5.3. Equipo generador de vapor

$$H_{GV} = 100 * N_{GV} + 270 * N_{GV} * Q_{GV}$$

Donde:

- N_{GV} : número de calderas, igual a 1.
- Q_{GV} : capacidad de la caldera, igual a 0,6 tn/h.

$$H_{GV} = 100 * 1 + 270 * 1 * 0,6 = 262 \text{ horas}$$

2.2.5.4. Equipo de arranque de motores

$$H_{AM} = N_{CO} * (40 + 3,5 * Q_{CO})$$

Donde:

- N_{CO} : número de compresores, igual a 2.
- Q_{CO} : capacidad de los compresores, igual a 40 m³/h.

$$H_{AM} = 2 * (40 + 3,5 * 40) = 360$$

2.2.5.5. Equipo de manejo de combustible

Se estima con la expresión:

$$H_{MC} = K_{MC} * BHP$$

Siendo K_{CO} un coeficiente igual a 0,27 para combustible pesado.

$$H_{MC} = 0,27 * \frac{9.600}{0,736} = 3.522 \text{ horas}$$

2.2.5.6. Equipo de purificación

Se estima con la expresión:

$$H_{EP} = (K_{EP} + 0,56 * BHP) * (N_{PA} + N_{PD} + N_{FD})$$

Siendo:

- K_{EP} : coeficiente igual a 300 para combustible pesado.
- N_{PA} : número de purificadoras de aceite, igual a 1.
- N_{PD} : número de purificadores diésel, igual a 1.

- N_{PF}: número de purificadoras de fuel, igual a 2.

$$H_{EP} = \left(300 + 0,56 * \frac{9.600}{0,736} \right) * (1 + 1 + 2) = 4.122 \text{ horas}$$

2.2.5.7. Equipos auxiliares de casco

$$H_{AC} = 420 + 0,47 * L * (B + D) = 420 + 0,47 * 129,284 * (20 + 13,5) = 2.456 \text{ horas}$$

2.2.5.8. Equipos sanitarios

$$H_{ES} = K_1 * (280 + 8 * Q_A) + K_2 * (200 + 3,5 * n^{\circ} \text{ tripulantes}) + K_3 * (410 + 3,9 * n^{\circ} \text{ tripulantes}) + 400 * K_4$$

Donde:

- K₁: coeficiente igual a 1 por disponer de 1 generador de agua dulce.
- K₂: coeficiente igual a 1 por disponer de 1 grupo hidrófobo.
- K₃: coeficiente igual a 1 por disponer de una planta de tratamiento de aguas fecales.
- K₄: coeficiente igual a 1 por disponer de 1 incinerador de residuos.
- Q_A: capacidad del generador de agua dulce, igual a 12 tn/día.

$$H_{ES} = 1 * (280 + 8 * 12) + 1 * (200 + 3,5 * 12) + 1 * (410 + 3,9 * 12) + 400 * 1 = 1.475 \text{ horas}$$

2.2.5.9. Ventiladores y elementos de desmontaje en cámara de máquinas

$$H_{VA} = kW_A + 0,005 * BHP$$

Siendo kW_A la potencia instalada de la grúa carril, igual a 1.000 kW.

$$H_{VA} = 950 + 0,005 * \frac{9.600}{0,736} = 1.065 \text{ horas}$$

2.2.6. Concepto 6. Cargos, pertrechos y respetos

Las horas totales del concepto se estiman en:

$$H_{CPR} = K_1 * BHP^{\frac{2}{3}} + 2 * L + K_2$$

Siendo:

- K_1 : coeficiente igual a 0,8 para motores de cuatro tiempos.
- K_2 : coeficiente igual a cero al no llevar hélice ni eje de cola de respeto.

$$H_{CPR} = 0,8 * \left(\frac{9.600}{0,736}\right)^{2/3} + 2 * 129,284 + 0 = 702 \text{ horas}$$

2.2.7. Concepto 7. Instalaciones especiales

2.2.7.1. Equipos especiales del servicio de la carga refrigerada

Se estima con la expresión:

$$H_{PF} = 5,2 * Q_B^{2/3} = 5,2 * 11.327^{2/3} = 2.623 \text{ horas}$$

2.2.7.2. Equipos auxiliares de maniobra

Se estima con la expresión:

$$H_{HPR} = 14,5 * BHP_T^{0,7}$$

Donde BHP_T es la potencia de la hélice de proa, igual a 600 kW.

$$H_{HPR} = 14,5 * \left(\frac{600}{0,736}\right)^{0,7} = 11.019 \text{ horas}$$

2.2.7.3. Instalaciones y equipos especiales contraincendios

- Instalaciones de carácter estructural

Se estima con la expresión:

$$H_{ICE} = 1.000 + 0,4 * S_H = 1.000 + 0,4 * 873 = 1.349 \text{ horas}$$

- Instalaciones fijas de CI en cubierta

Se estima con la expresión:

$$H_{FCI} = 0,39 * L^{1,1} * B = 0,39 * 129,284^{1,1} * 20 = 1.640 \text{ horas}$$

- Instalaciones de rociadores en cámara de máquinas

$$H_{RCM} = 0,35 * S_{CM} = 0,35 * 600 = 210 \text{ horas}$$

- Instalaciones de rociadores en habilitación

$$H_{RH} = 0,35 * S_H = 0,35 * 873 = 306 \text{ horas}$$

- Detectores de incendios en cámara de máquinas y alojamientos

$$H_{DI} = 65 * K_1 * (L_{CM} * D_{CM} * B)^{0,25} + 80 * K_2 * N_{CH}$$

Donde:

- K₁: coeficiente igual a 1 para una cámara de máquinas desatendida.
- K₂: coeficiente igual a 1 para detectores en la habitación.
- N_{CH}: número de cubiertas de alojamientos, igual a 4.

$$H_{DI} = 65 * 1 * (18,59 * 6 * 20)^{0,25} + 80 * 1 * 4 = 767 \text{ horas}$$

2.2.8. Coste de la mano de obra

En este apartado se engloban los siguientes conceptos:

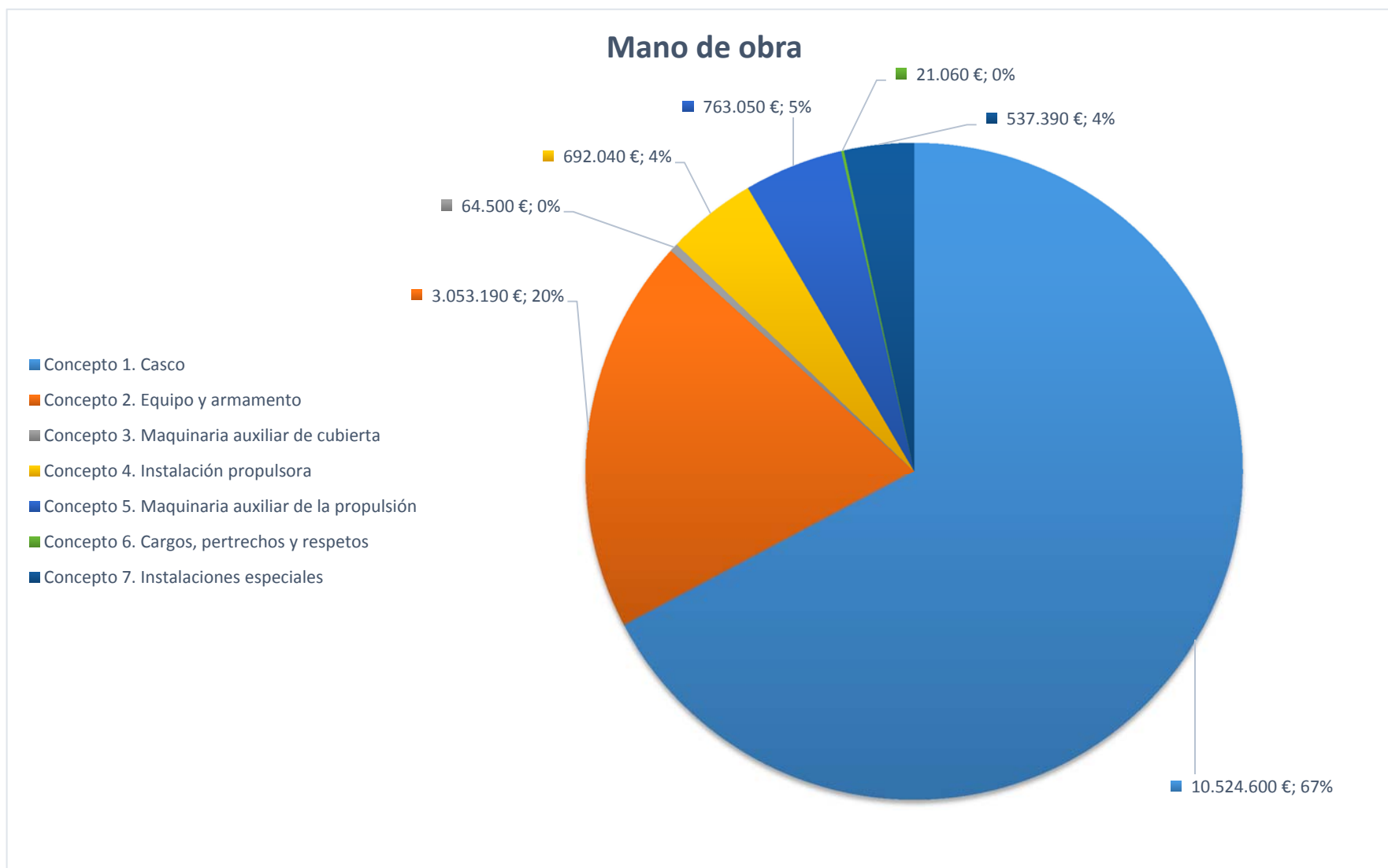
- Sueldos totales anuales del personal que, por cargar sus horas al buque, se considera mano de obra directa.
- Cargas sociales anuales del personal citado.
- Gastos indirectos del astillero, que incluyan todos los que se carguen al buque.
- Horas totales anuales de obra directa que se carguen al buque.

Debido a estos conceptos, se considerará un valor para la mano de obra igual a 30 €/h.

2.2.9. Resumen

MANO DE OBRA	Horas	Costes
<u>Concepto 1. Casco</u>		
Acero laminado	321.071	9.632.119 €
Resto de materiales del casco	1.466	43.983 €
Timones y accesorios	1.715	51.450 €
Preparación de superficies	737	22.103 €
Pintura y control de corrosión	25.831	774.922 €
TOTAL	350.820	10.524.600 €
<u>Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones</u>		
Equipo de fondeo, amarre y remolque	148	4.435 €
Medios de salvamento	314	9.414 €
habilitación	13.968	419.040 €
Equipos de fonda y hotel	1.380	41.400 €
Equipos de acondicionamiento	1.746	52.380 €
Equipos de navegación y comunicaciones	2.970	89.100 €
Medios CI convencionales	711	21.332 €
Equipos convencionales de la carga	8.145	244.350 €
Instalación eléctrica	25.992	779.760 €
Tubería	34.632	1.038.959 €
Accesorios de equipos, armamento e instalaciones	11.766	352.992 €
TOTAL	101.773	3.053.190 €
<u>Concepto 3. Maquinaria auxiliar de cubierta</u>		
Equipo de gobierno	844	25.313 €
Equipo de fondeo y amarre	1.306	39.174 €
TOTAL	2.150	64.500 €
<u>Concepto 4. Instalación propulsora</u>		
Máquina propulsora	5.541	166.233 €
Líneas de ejes	11.087	332.609 €
Hélice propulsora	6.439	193.174 €
TOTAL	23.068	692.040 €
<u>Concepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión</u>		
Grupos electrógenos	2.586	77.594 €

Equipos de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares	9.587	287.609 €
Equipo generador de vapor	262	7.860 €
Equipo de arranque de motores	360	10.800 €
Equipo de manejo de combustible	3.522	105.653 €
Equipo de purificación	4.122	123.653 €
Equipos auxiliares de casco	2.456	73.668 €
Equipos sanitarios	1.475	44.244 €
Ventiladores y elementos de desmontaje en cámara de máquinas	1.065	31.957 €
TOTAL	25.435	763.050 €
<u>Concepto 6. Cargos, pertrechos y respetos</u>		
TOTAL	702	21.060 €
<u>Concepto 7. Instalaciones especiales</u>		
Equipos especiales del servicio de la carga refrigerada	2.623	78.680 €
Equipos auxiliares de maniobra	11.019	330.571 €
Instalaciones y equipos especiales contra incendios	4.271	128.139 €
TOTAL	17.913	537.390 €
TOTAL MANO DE OBRA	521.861	15.655.830 €



2.3. Coste de construcción

El coste de construcción será la suma del coste de equipos, materiales y gastos directos más el coste de la mano de obra. Por lo tanto:

$$\begin{aligned}
 \text{Coste de construcción} &= \text{Coste equipos, materiales y gastos directos} \\
 &+ \text{Coste de la mano de obra} = 10.212.146 + 15.655.830 \\
 &= 25.867.977 \text{ €}
 \end{aligned}$$

2.4. Beneficio industrial

El valor del beneficio industrial, expresado en porcentaje del coste total, varía dependiendo de la coyuntura del mercado, que está sometido a ciclos muy acusados. Cuando la demanda es fuerte puede superar el 20%, mientras que en épocas de depresión es con frecuencia negativo.

Para el buque en proyecto, se estima el beneficio industrial en un 10% del coste de construcción.

$$\begin{aligned}
 \text{Beneficio industrial} &= 10\% \text{ del coste de construcción} = 0,1 * 25.867.977 \\
 &= 2.586.798 \text{ €}
 \end{aligned}$$

2.5. Coste total

El coste total es la suma del coste de construcción más el beneficio industrial:

$$\begin{aligned}
 \text{Coste total} &= \text{Coste de construcción} + \text{Beneficio industrial} \\
 &= 25.867.977 + 2.586.798 = \mathbf{28.454.775 \text{ €}}
 \end{aligned}$$

2.5.1. Justificación del coste total

Según los informes de la Clarkson Research Services Limited, la cartera de pedidos actual de buques frigoríficos es casi inexistente y todos los pocos buques contratados tendrán un tamaño notablemente mayor que el buque en proyecto, lo que hace difícil estimar un coste preciso del mismo.

Sin embargo, en un informe elaborado por la naviera STAR Reefers AS en el año 2004, se estima que el precio de un buque frigorífico con una capacidad de carga de 560.000 ft³ rondaría los 35 millones de dólares, unos 26 millones de euros. Aplicando esa relación al buque en proyecto, el coste total sería de unos 19 millones de euros.

La cifra obtenida mediante formulación es considerablemente mayor, pero se considerará válida.

3. Evaluación económica del proyecto

3.1. Escenario

El buque frigorífico en proyecto está diseñado para transportar todo tipo de cargas perecederas, bien estén refrigeradas o congeladas. Las principales mercancías que transportará serán frutas refrigeradas, en particular plátanos y bananas, pues son las mercancías empleadas para suponer la carga de diseño del buque, como es costumbre en este tipo de buques.

Las características principales del buque son:

- Peso muerto: 5.800 toneladas.
- Volumen de bodegas: $400.000 \text{ ft}^3 = 11.327 \text{ m}^3$.
- GT: 7.779
- Número de motores principales: 1 motor.
- Número de motores auxiliares: 2 motores.
- Potencia del motor principal: 9.600 kW.
- Potencia de los motores auxiliares 1.000 kW cada uno.
- Consumo del motor principal: 170 gr/kW*h.
- Consumo de los motores auxiliares: 240 l/h.
- Densidad crudo: 950 gr/l.
- Coste de construcción del buque: 29.000.000 €.

3.1.1. Definición de la ruta

El buque realizará una ruta regular desde los principales países africanos exportadores de bananas y plátanos (Costa de Marfil y Camerún) hasta varios puertos europeos, intentando satisfacer la gran demanda de estos alimentos en la Unión Europea.

La ruta definida para el buque será la siguiente: Abidjan (Costa de Marfil) – Las Palmas – Vigo – Zeebrugge (Bélgica). Todos estos puertos tienen un calado suficiente para este buque.

Las razones de haber escogido esta ruta son:

- El buque sería abastecido de una gran carga de bananas en Abidjan, ya que Costa de Marfil es el segundo mayor exportador de bananas de África.
- En Las Palmas se obtendría la variedad del plátano de Canarias, pudiendo diferenciarla de las variedades recogidas en Abidjan.

- En el puerto de Vigo se procedería a la descarga de parte de la carga, con vistas a ser comercializada en España.
- Finalmente, se vaciaría el buque en Bélgica, ya que Zeebrugge es uno de los principales puertos mercantes europeos y así abastecer al centro y norte de Europa.

Esta ruta conlleva un recorrido de 4.500 millas aproximadamente, valor inferior a las 6.000 millas de autonomía del buque. El tiempo en completar la ruta sería igual a 11 días y 1 hora a una velocidad de 17 nudos.

Teniendo en cuenta estos datos y la capacidad de bodegas del buque, las toneladas al año máximas para el buque son 175.806 toneladas.

3.1.2. Flete

La Unión Europea, en un informe de Septiembre de 2013, refleja los precios acordados en los fletes de importaciones de bananas a partir del acuerdo alcanzado en el Consejo Regulador nº 1964/2005 y en el Acuerdo de Génova sobre comercio de bananas, inicializado en 2009 y acordado entre la UE y los suministradores de Latinoamérica.

En un principio, el precio se pactó en 176 €/tn, que se espera reducir a los 114 €/tn en 2017. Esta reducción se producirá año a año.

Con vistas a este ejercicio académico, se estimará el flete del buque en 145 €/tn, valor medio entre los anteriores, a pesar de que dichos acuerdos no hacen referencia a países africanos.

3.2. Esquema de pagos

El esquema de pagos del proyecto será el siguiente:

Pago	Suceso clave	Porcentaje del coste total	Año de realización
1º	Firma del contrato	10 %	Año 0
2º	Puesta de quilla	20 %	
3º	Botadura	40 %	Año 1
4º	Entrega	30 %	Año 2

3.3. Gastos operativos anuales

3.3.1. Valor actual del buque (VAB)

El valor actual del buque (VAB) será igual al coste total del buque en el año 2 de operación. Se actualizará con el IPRI en los años posteriores.

3.3.2. Valor contable del buque (VCB)

El valor contable del buque (VCB) será igual al coste total del buque menos las respectivas amortizaciones anuales.

3.3.3. Gastos fijos directos

Los gastos fijos directos son los relacionados con el mantenimiento del buque, los salarios de la tripulación y los gastos relaciones con el seguro del buque.

3.3.3.1. Mantenimiento del buque

El mantenimiento supone el 0,33% del valor actual del buque. Cada 4 años este porcentaje aumenta al 1,7% debido a la entrada en dique obligatoria del buque.

3.3.3.2. Tripulación

La tripulación de este buque estará formada por 12 personas, como se indica en los RPA del proyecto. La distribución de los tripulantes y sus salarios es la siguiente:

Puesto	Número	€/año
Capitán	1	78.000
Oficiales	5	48.000
Maestranza	3	30.000
Subalterno	3	24.000

Los sueldos de la tripulación se actualizan con el IPC.

3.3.3.3. Seguro del buque

El buque se asegurará sobre un 80% del valor contable del buque. La aseguradora tendrá un margen del 0,020%.

El coeficiente de la prima por otros riesgos será proporcional a la edad del buque y al historial del armador. La tasa pura del seguro también será proporcional a la edad del buque.

Las tasas relacionadas con el seguro se actualizan con el IPRI.

3.3.4. Gastos variables directos

Los gastos variables directos son los relacionados con el coste del combustible y las tasas portuarias o costes de escala.

3.3.4.1. Coste del combustible

Se hará una estimación anual de la cuota de mercado del combustible para los años de explotación del buque. Dicha estimación se realizará teniendo en cuenta la evolución

de los precios del bunker marino y del barril de Brent entre los años 2005 y 2013, suponiendo que durante la explotación del buque dicha evolución será igual.

3.3.4.2. Tarifas portuarias

Las tasas portuarias responden al objetivo de coordinación del sistema de transporte de interés general y al principio de autosuficiencia del sistema portuario.

Las tasas más importantes son:

- Tasa de mercancía: en función de la capacidad del buque y del tipo de mercancía.
- Tasa del buque: función de los GT y del tiempo en puerto del buque.

En este proyecto se tendrá en cuenta, además de las tasas anteriormente mencionadas, una tarifa especial por amarre.

El valor de estas tarifas se tomará respecto al puerto de Vigo:

Tarifa	Valor
Tasa del buque [€/ (100GT*h)]	1,5730
Tasa del buque [€/tn]	1,5222
Tasa por amarre [€/ (100GT*h)]	0,5700

3.3.5. Resumen de los gastos operativos anuales

En la página siguiente se muestra una tabla resumen de los gastos operativos anuales en los años de explotación del buque.

Conceptos \ Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VAB			29.000.000,00 €	30.566.000,00 €	31.666.376,00 €	33.724.690,44 €	32.578.050,97 €	33.783.438,85 €	36.114.496,13 €	37.486.846,98 €
VCB			26.461.775,00 €	23.923.550,00 €	21.385.325,00 €	18.847.100,00 €	16.308.875,00 €	13.770.650,00 €	11.232.425,00 €	8.694.200,00 €
Gastos fijos directos										
Mantenimiento			95.700,00 €	100.867,80 €	104.499,04 €	573.319,74 €	107.507,57 €	111.485,35 €	119.177,84 €	637.276,40 €
Tripulación			744.000,00 €	771.528,00 €	800.074,54 €	829.677,29 €	860.375,35 €	892.209,24 €	925.220,98 €	959.454,16 €
Seguros										
Tasa pura			25.403,30 €	26.794,38 €	27.373,22 €	27.139,82 €	26.094,20 €	24.236,34 €	21.566,26 €	18.083,94 €
Margen			5.292,36 €	4.784,71 €	4.277,07 €	3.769,42 €	3.261,78 €	2.754,13 €	2.246,49 €	1.738,84 €
Tasa por otros riesgos			4.234,00 €	4.408,00 €	4.582,00 €	4.756,00 €	4.930,00 €	5.104,00 €	5.278,00 €	5.452,00 €
Total seguros			34.929,66 €	35.987,09 €	36.232,28 €	35.665,24 €	34.285,98 €	32.094,47 €	29.090,74 €	25.274,78 €
TOTAL Gastos fijos directos			874.629,66 €	908.382,89 €	940.805,86 €	1.438.662,28 €	1.002.168,90 €	1.035.789,06 €	1.073.489,56 €	1.622.005,33 €
Gastos variables directos										
Precio actualizado combustible (€/l)			0,735	0,757	0,731	0,727	0,709	0,748	0,752	0,797
Costes combustible			7.528.413,08 €	8.064.436,09 €	8.480.581,67 €	8.438.178,76 €	8.420.806,04 €	9.700.865,35 €	10.067.251,72 €	10.671.286,82 €
Costes de escala										
Evolución tasa mercancía			1,59 €	1,68 €	1,74 €	1,85 €	1,79 €	1,86 €	1,98 €	2,06 €
Costes tasa de la mercancía			210.142,51 €	230.349,82 €	260.059,04 €	276.962,87 €	273.841,34 €	310.085,97 €	341.949,75 €	354.943,84 €
Evolución tasa del buque			1,65 €	1,74 €	1,80 €	1,92 €	1,85 €	1,92 €	2,05 €	2,13 €
Costes tasa del buque			1.921,72 €	2.025,49 €	2.098,41 €	2.234,81 €	2.158,83 €	2.238,70 €	2.393,17 €	2.484,11 €
Total costes de escala			212.065,88 €	232.377,05 €	262.159,25 €	279.199,60 €	276.002,01 €	312.326,59 €	344.344,98 €	357.430,09 €
TOTAL Gastos variables directos			7.740.478,96 €	8.296.813,14 €	8.742.740,92 €	8.717.378,36 €	8.696.808,05 €	10.013.191,94 €	10.411.596,69 €	11.028.716,90 €
GASTOS OPERATIVOS ANUALES			8.615.108,62 €	9.205.196,02 €	9.683.546,77 €	10.156.040,63 €	9.698.976,95 €	11.048.981,00 €	11.485.086,25 €	12.650.722,24 €

3.4. Amortizaciones

La amortización anual del buque seguirá un sistema de amortización lineal:

$$\text{Amortización anual} = \frac{C_T + \text{Costes abanderamiento} - VR_8 (\text{valor residual año 8})}{N^\circ \text{ años}}$$

La amortización anual del buque no puede ser mayor que el 10% del coste de construcción del mismo. Los costes de abanderamiento se estiman en un 0,02% del coste total del buque.

Suponiendo que el valor residual en el octavo año será igual al 30% del coste total del buque:

$$\text{Amortización anual} = \frac{29.000.000 + 5.800 - 0,3 * 29.000.000}{8} = 2.538.225 \text{ €}$$

3.5.Cash Flow del proyecto

A continuación se presentan dos cálculos del Cash Flow del proyecto: el primero responde a un proyecto sin financiación; el segundo a un proyecto financiado. La financiación se corresponderá a un 80% del coste total.

3.5.1. Cash Flow del proyecto sin financiar

Conceptos \ Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Evolución precio flete			151,82 €	160,01 €	165,77 €	176,55 €	170,55 €	176,86 €	189,06 €	196,24 €
Ventas			20.017.516,92 €	21.942.401,35 €	24.772.408,50 €	26.382.615,05 €	26.085.267,46 €	29.537.817,51 €	32.573.061,45 €	33.810.837,79 €
Costes Variables	0,00 €	0,00 €	7.740.478,96 €	8.296.813,14 €	8.742.740,92 €	8.717.378,36 €	8.696.808,05 €	10.013.191,94 €	10.411.596,69 €	11.028.716,90 €
Margen de contribución	0,00 €	0,00 €	12.277.037,96 €	13.645.588,21 €	16.029.667,58 €	17.665.236,69 €	17.388.459,40 €	19.524.625,57 €	22.161.464,76 €	22.782.120,89 €
Costes Fijos desembolsables	0,00 €	0,00 €	1.239.862,21 €	1.293.337,99 €	1.339.619,35 €	1.863.398,64 €	1.412.464,23 €	1.461.265,32 €	1.528.323,68 €	2.094.123,15 €
Amortización			2.538.225,00 €	2.538.225,00 €	2.538.225,00 €	2.538.225,00 €	2.538.225,00 €	2.538.225,00 €	2.538.225,00 €	2.538.225,00 €
Beneficio antes de Impuestos	0,00 €	0,00 €	8.498.950,76 €	9.814.025,22 €	12.151.823,23 €	13.263.613,05 €	13.437.770,18 €	15.525.135,25 €	18.094.916,08 €	18.149.772,74 €
Impuestos			2.549.685,23 €	2.944.207,57 €	3.645.546,97 €	3.979.083,91 €	4.031.331,05 €	4.657.540,58 €	5.428.474,82 €	5.444.931,82 €
Beneficio después de Impuestos			5.949.265,53 €	6.869.817,65 €	8.506.276,26 €	9.284.529,13 €	9.406.439,12 €	10.867.594,68 €	12.666.441,26 €	12.704.840,91 €
CASH FLOW OPERATIVO			8.487.490,53 €	9.408.042,65 €	11.044.501,26 €	11.822.754,13 €	11.944.664,12 €	13.405.819,68 €	15.204.666,26 €	15.243.065,91 €
CASH FLOW EXTRAOPERATIVO	-8.700.000,00 €	-11.600.000,00 €	-9.274.173,67 €	-77.754,34 €	-172.261,50 €	-206.723,44 €	78.250,31 €	-80.469,42 €	-200.254,90 €	9.927.586,96 €
CASH FLOW TOTAL	-8.700.000,00 €	-11.600.000,00 €	-786.683,14 €	9.330.288,31 €	10.872.239,76 €	11.616.030,69 €	12.022.914,44 €	13.325.350,25 €	15.004.411,36 €	25.170.652,88 €
PUNTO MUERTO			31%	28%	24%	25%	23%	20%	18%	20%
TIR	33%									
VAN ACUMULADO	-8.700.000,00 €	-19.245.454,55 €	-19.895.605,90 €	-12.885.622,20 €	-5.459.736,15 €	1.752.905,00 €	8.539.526,76 €	15.377.538,42 €	22.377.207,05 €	33.052.020,99 €
VAN	33.052.020,99 €									
PERÍODO DE RECUPERACIÓN		5 años								

3.5.2. Cash Flow del proyecto financiado

4. Bibliografía

1. JUNCO OCAMPO, Fernando. *Proyectos de Buques y Artefactos. Criterios de Evaluación Técnica y Económica del Proyecto de un Buque*. Ferrol: Escuela Politécnica Superior, Universidad de A Coruña, 2003. ISBN: 84-688-3540-4.
2. Informe *Bananas other than plantains*. Euopean Commission, Directorate General for Agriculture and Rural Development, September 2013.
3. LOEILLET, Denis. Informe *The international banana market: From one world to the other*. Second Conference of the World Banana Forum, February 2012.
4. Informe *Estadísticas de banano 2009*. Roma, Dirección de Comercio y Mercados, FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2009.
5. Publicación *Shipping Intelligence Weekly, 12 December 2008*. Londres, Clarkson Research Services Ltd., 2008. Nº 850. ISSN: 1358-8028.
6. *El Transporte Marítimo*. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, Publicación de las Naciones Unidas, 2011. ISBN: 978-92-1-312384-3.